2017

الكيمياء

السادس العلمي
الفرع التطبيقي

الاستاذ مهدي الحسناوي

رحلة التفوق في السادس

WWW.RTEDU.TK

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿وقل اعملوا فسيرى الله عملكم ورسوله والمؤمنون﴾

انطلاقا من قول المصطفى (ص): ((زكاة العلم نشرهُ وتعليمهُ))

تضع شبكة مواقع رحلة التفوق في السادس التعليمية التربوية الخيرية بين ايديكم احدى اعمالها من ملازم مرحلة السادس الاعدادي هذه المرحلة الهامة والمصيرية في حياة اعزائنا الطلبة وخاصة المتعففين منهم ولمن يتعذر عليه اقتناء هذه المساعدات المدرسية في محافظاتنا العراقية العزيزة بهدف النهوض وتطوير الواقع التعليمي ولو بالجزء اليسير.

إذ أن شبكتنا لاتقتصر عاى نشر الملازم المدرسية فقط أنما تقوم بنشر الدروس المرئية المجانية لاكفأ التدريسيين بالاضافة الى مجموعة قنواتنا التدريسية وكذلك الارشادات والنصائح وطرق الدراسة الصحيحة هذا من جهة. أما من جهة أخرى فهو كسر لشوكة بعض المحسوبين على الكادر التدريسي ممن يرفضون نشر ملازمهم والتعاون مع ابنائهم الطلبة ليأخذوا من المال هدفا أهم ويتناسوا مصلحة الطالب والواقع التعليمي المتدني.

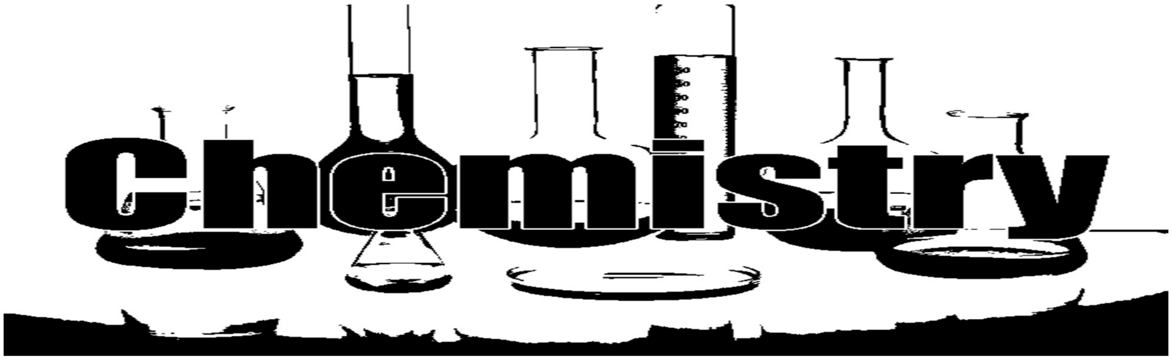
علماً ان كادر الشبكة والقائمين عليها هم مجموعة من الشباب العراقي الواعي المثقف بالاضافة الى تعاون بعض المدرسين الكرام كما واننا غير تابعين لاي جهة كانت رسمية او غير رسمية انما سر تجمعنا وعملنا هو خيري بحت آملين من الله عز وجل ان يوفقنا لتقديم كل ما هو صالح لشعبنا و وطننا الحبيب.

كادر شبكة رحلة التفوق في السادس

٢٠١٥/٨/٢١

ا.د: اشرف الوائلي

ا.د: مينا الاحمد

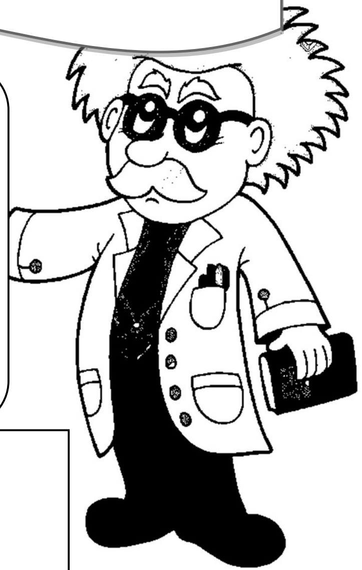


للصف السادس علمي
الفرع التطبيقي

اعداد الأستاذ

مهدي الحسناوي

07807502408



رحلة التفوق في السادس

عطاءٌ بلا حدود

الفصل الأول
الثرموداينمك

تنضيد و طباعة : حسنين ضياء آل تاجر 07719610003

الفصل الأول / الثرموداينمك

أهمية علم الثرموداينمك

1- يفسر سبب حدوث التفاعلات الكيميائية .
2- يتنبأ بحدوث التغيرات الفيزيائية و الكيميائية .
3- يفسر حدوث التفاعلات تلقائياً و عدم حدوث تفاعلات أخرى بشكل تلقائي تحت نفس الظروف .
4- يفسر حدوث الطاقة المصاحبة للتفاعلات الكيميائية .

وحدات الطاقة ودرجات الحرارة

وحدة قياس الطاقة :- هي الجول (Joule) ويرمز لها (J) . $J = 1\ kg\ .\ m^2 / s^2$

وحدة قياس الدرجة الحرارة :- في الثرموداينمك هي الكلفن (k) . $T (K) = t (c^{\circ}) + 273$

مصطلحات ثرموداينمكية

النظام: جزء من الكون الذي تهتم بدراسته ويتكون من المادة أو المواد المشتركة في حدوث تفاعل كيميائي أو تغير فيزيائي.

المحيط : كل ما يحيط بالنظام و يؤثر عليه من تغيرات فيزيائية و كيميائية .

المجموعة: تعبير يطلق على النظام و المحيط .   المجموعة = المحيط + النظام

أنواع الأنظمة

النظام المفتوح :- هو النظام الذي تكون فيه الحدود بين النظام و المحيط تسمح بتبادل مادة النظام و طاقته مثل اناء معدني مفتوح يحتوي على ماء مغلي .

النظام المغلق :- هو النظام الذي تكون فيه الحدود بين النظام و المحيط تسمح بتبادل الطاقة فقط و لا تسمح بتغير مادة النظام مثل إناء معدني مغلق يحتوي على ماء مغلي .

النظام المعزول :- هو نظام لا تسمح حدوده بتبادل الطاقة أو المادة مع المحيط مثل (الثرموس).

الحرارة (Heat)

الحرارة (q) : هي احد أشكال الطاقة الشائعة في الحياة و هي انتقال الطاقة الحرارية بين جسمين مختلفين في درجة الحرارة .

درجة الحرارة (T) : هي مقياس للطاقة الحرارية .

الكيمياء الحرارية : هو علم يهتم بدراسة الحرارة الممتصة و المنبعثة و المتحررة نتيجة التغيرات الفيزيائية و الكيميائية .

دالة الحالة : هي تلك الخاصية أو الكمية التي تعتمد على الحالة الابتدائية للنظام قبل التغير . و الحالة النهائية للنظام بعد التغير بغض النظر عن الطريق أو المسار الذي تتم من خلاله.

الخواص الشاملة : هي الخواص التي تعتمد على كمية المادة الموجودة في النظام مثل الكتلة الحجم و السعة والحرارة والانثالبي و الانتروبي .

الخواص المركزة : هي الخواص التي لا تعتمد على كمية المادة الموجودة في النظام مثل الضغط والكثافة ودرجة الحرارة و الحرارة النوعية.

مهدي الحسناوي

السعة الحرارية (C) : هي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كتلة (m) غرام (m (g)) من أي مادة درجة سيليزية واحدة وحدتها (J / C) .

C = السعة الحرارية ، q = الحرارة ، $q = C \times \Delta T$ (الحرارة)

الحرارة النوعية (S) : هي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة غرام واحد من المادة (1 g) درجة سيليزية واحدا وحدتها (J / g - c°) .

q = الحرارة . ∴ تصبح العلاقة $C = \zeta \times m$

ζ = زيتا .

$q = \zeta \times m \times \Delta T$

m = الكتلة .

$\Delta T = (T_f - T_i)$

ΔT = التغير في درجة الحرارة .

مثال (1 – 1)

ما مقدار الحرارة الناتجة من تسخين قطعة من الحديد كتلتها (870 g) من 5 C° إلى 95 C° ؟
علماً إن الحرارة النوعية للحديد 0.45 J / g . c°

وزاري 2013 تمهيدي

الحل // $\Delta T = T_f - T_i$

$= 95\ c^\circ - 5\ c^\circ$

$= 90\ c^\circ$

$q = \varsigma \ .\ m \ .\ \Delta t$

$q = 0.45 \times 870 \times 90$

$q = 35235\ J$

تمرين (1 – 1) تغيرت درجة حرارة قطعة من المغنسيوم كتلتها (10 g) من 25 c° إلى 45 c° مع اكتساب حرارة مقدارها (205 J) ، احسب الحرارة النوعية للمغنسيوم ؟

الحل //

$\Delta T = T_f - T_i$

$= 45 - 25$

$= 20\ c^\circ$

$q = \varsigma \ .\ m \ .\ \Delta t$

$205 = \varsigma \times 10 \times 20$

$\varsigma = \frac{205}{200} = 1.03\ J/g.C^\circ$

تمرين (1 – 2) قطعة من الفضة كتلتها 360 g وسعتها الحرارية (86 J / C°) ، احسب حرارتها النوعية ؟

الحل // ترتبط الحرارة النوعية S بالسعة الحرارية C بالعلاقة الاتية

$C\ (J / C^\circ) = \zeta\ (J / g\ .\ C^\circ) \times m\ (g)$

$\zeta\ (J / g\ .\ C^\circ) = \frac{C\ (J/C^\circ)}{m\ (g)} = \frac{86\ (J/C^\circ)}{360\ (g)}$

$= 0.24\ J / g\ .C^\circ$

رحلة التفوق في السادس @

المسعر الحراري : هو جهاز يستخدم لقياس حرارة التفاعل الممتصة أو المنبعثة عند ثبوت الضغط (أنثالبي التفاعل) و يتكون من وعاء تفاعل مغمور في كمية من الماء معروفة الكتلة و موجودة في وعاء معزول عزل جيد حيث أن الحرارة المتحررة في التفاعل ترفع درجة حرارة الماء والمسعر لذا يمكن قياس كميتها من ألزيادة في درجة الحرارة .

تمرين (1 – 3) صف المسعر الحراري الذي تتم بوساطته قياس الحرارة الممتصة او المنبعثة عند ثبوت الضغط (q_p) أي الانثالبي (ΔH) .

الحل // **المسعر الحراري :** هو جهاز يستخدم لقياس حرارة التفاعل الممتصة أو المنبعثة عند ثبوت الضغط (أنثالبي التفاعل) و يتكون من وعاء تفاعل مغمور في كمية من الماء معروفة الكتلة و موجودة في وعاء معزول عزل جيد حيث أن الحرارة المتحررة في التفاعل ترفع درجة حرارة الماء والمسعر لذا يمكن قياس كميتها من ألزيادة في درجة الحرارة .

خطوات الحل في أسئلة المسعر

1) نحسب كمية الحرارة المنبعثة نتيجة الاحتراق $q = \zeta(H2O) \,.\, m(H2O) \,.\, \Delta T$

$\Delta T = TF - TI$

2) نحسب عدد مولات المادة المحروقة $n = \frac{m}{M}$

3) نحسب كمية الحرارة المقاسة تحت ضغط ثابت q_p $\quad q_p = \frac{q}{n}$

4) نحسب ΔH للتفاعل بضرب q_p بعدد المولات المحروقة $\Delta H = q_p * mol = \Delta H$

ملاحظة / يجب وضع إشارة سالبة للناتج لأنه تفاعل احتراق داخل المسعر .

تمرين (1 – 4) تم حرق (3 g) من مركب الهيدرازين (N_2H_4) كتلته المولية (32 g / mol) في مسعر مفتوح يحتوي على (1000 g) في الماء الحرارة النوعية للماء(4.2 j / g . c°) فأن درجة الحرارة ترتفع من (24.6 C°) الى(28.2C°)احسب الحرارة المتحررة نتيجة الاحتراق وانثالبي الاحتراق لمول واحد من الهيدرازين بوحدات KJ / mol على فرض أن السعة الحرارية للمسعر مهملة

الحل// نحسب كمية الحرارة المنبعثة للمسعر

$\Delta T = T2 - T1$

$= 28.2 - 24.6 = 3.6C^{\circ}$

توضع إشارة سالبة لأنه تفاعل احتراق

$q = \zeta \,.\, m \,.\, \Delta T$

$q = 4.2 \times 1000 \times 3.6$

$q = -15120\ J$

$n(N_2H_2) = \frac{m}{M} = \frac{3}{32} = 0.093\ mol$

نحسب كمية الحرارة المقاسة تحت ضغط ثابت q_p

$\Delta H = q_p = \frac{q}{n} = \frac{-15120}{0.093} = -162580\ J / mol$

$\Delta H = q_p = -162580 \quad J$

$= \frac{-162580}{1000} = -162.58\ KJ$

ΔH لمول واحد

2013 دور اول

وزاري

س / اذا تم حرق عينة كتلتها (6 g) من حامض الخليك (M = 60 g/mol) بوجود كمية كافية من غاز O_2 و كان المسعر يحتوي على (800 g) من الماء (الحرارة النوعية للماء 4.2 J/g.c°) فارتفعت حرارة المسعر من 25C° الى 30C° احسب كمية الحرارة المنبعثة نتيجة احتراق (2 mol) من الحامض بوحدات Kj على فرض ان السعة الحرارية للمسعر مهملة .

الحل // نسحب أولا كمية الحرارة المنبعثة للمسعر

$\Delta T = T_F - T_I$

$= 30 - 25 = 5C^\circ$

وزاري
2015
دور ثالث

$q = \zeta . m . \Delta T$

$q = 4.2 \times 800 \times 5$

$q = - 16800$ J

نحسب مولات المادة المحروقة

$n_{خليك} = \frac{m}{M} = \frac{6}{60} = 0.1$ mol

نحسب كمية الحرارة المقاسة تحت ضغط ثابت q_p

$\Delta H = q_p = \frac{q}{n} = \frac{-16800}{0.1} = - 168000$ J / mol

$\Delta H = q_p = -162580$ J

ΔH لمولين

$\Delta H = -168000 \times 2 = - 336000 \text{ J} = \frac{-336000}{1000} = -366$ Kj

---

الانثالبي (Enthalpy (H))

دالة حالة ثرموداينميكية و خاصية شاملة تمثل كمية الحرارة الممتصة أو المتحررة المقاسة بثبوت الضغط ويرمز لها (H) ولا يمكن قياس القيم المطلقة لها وإنما يقاس التغيير في الانثالبي ΔH .

التفاعل الباعث للحرارة : هو تفاعل كيميائي يصاحبه تحرر حرارة و قيمة التغيير في الانثالبي له قيمة سالبة .

لتفاعل الماص للحرارة : هو تفاعل كيميائي يصاحبه امتصاص حرارة وقيمة التغيير في الانثالبي له قيمة موجبة .

وتهتم الكيمياء الحرارية بحساب انثالبي 1- التفاعلات الكيميائية
2- التفاعلات الفيزيائية

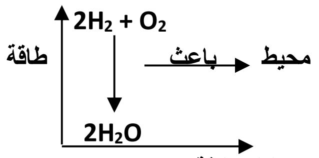
التفاعلات الكيميائية :-

$2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O + \text{Energy}$

$\Delta H = H_P - H_R$

$- \; = \; <$

بما انه الطاقة في جهة النواتج لذلك يعتبر تفاعل باعث للحرارة أي ان طاقة المتفاعلات اعلى من طاقة النواتج



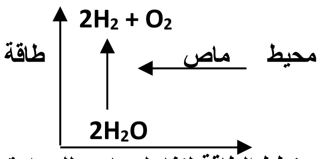
مخطط الطاقة لتفاعل باعث للحرارة

$2HgO + \text{Energy} \longrightarrow 2Hg + O_2$

$\Delta H = H_P - H_R$

$+ \; = \; >$

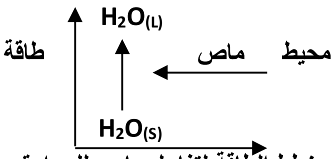
بما انه الطاقة في جهة المتفاعلات لذلك يعتبر تفاعل ماص للحرارة أي ان طاقة النواتج اعلى من طاقة المتفاعلات



مخطط الطاقة لتفاعل ماص للحرارة

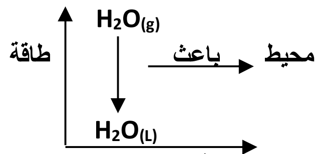
التغييرات الفيزيائية :-

$H_2O_{(S)} + Energy \longrightarrow H_2O_{(L)}$



مخطط الطاقة لتفاعل ماص للحرارة

$H_2O_{(g)} \longrightarrow H_2O_{(L)} + Energy$



مخطط الطاقة لتفاعل باعث للحرارة

أنواع الأنثالبيات

أولاً // أنثالبي التكوين القياسية " Standard Enthalpy of Formation" ΔH_f°

هي الحرارة اللازمة لتكوين مول واحد من أي مركب من عناصره الأساسية المتواجدة بأثبت صورة في ظروف قياسية .

ملاحظة // 1) للكاربون صورتان (الكرافيت أثبت من الماس) ,

2) للكبريت صورتان (المعيني أثبت من المنشوري) .

3) ΔH_f° للعناصر الحرة يساوي صفر .

معادلة التكوين العامة: مواد أولية ⟵ مول واحد من المادة

مثال $H_2 + 1/2\ O_2 \longrightarrow H_2O$

مثال $C + O_2 \longrightarrow CO_2$

س// أكتب معادلات التكوين للمركبات التالية //

1) NO_2 2) CO 3) CH_4 4) NH_3

5) $MgCl_2$ 6) H_3PO_4 7) HBr 8) Fe_2O_3

ثانياً // انثالبي الاحتراق القياسية " Standard Enthalpy of Combustion" ΔH_C°

هي الحرارة المتحررة من حرق مول واحد من المادة حرقاً تاماً مع الأوكسجين عند ظروف قياسية .

ملاحظة // 1) تفاعلات الاحتراق دائماً باعث للحرارة .

2) عند حرق إي عنصر يتكون اوكسيده .

معادلة الاحتراق العامة: مول واحد من المادة + O_2 ⟵ أوكسيد المادة

$H_2 + 1/2\ O_2 \longrightarrow H_2O + Energy$

$C + O_2 \longrightarrow CO_2 + Energy$

$S + O_2 \longrightarrow SO_2 + Energy$

3) المعادلة العامة لاحتراق أي مركب عضوي

مركب عضوي + $O_2 \longrightarrow CO_2 + H_2O + Energy$

مثال $CH_4 + 2O_2 \longrightarrow CO_2 + 2H_2O + Energy$

مثال $C_2H_6 + 7/2O_2 \longrightarrow 2CO_2 + 3H_2O + Energy$

رحلة التفوق في السادس
عطاء بلا حدود

س// أكتب معادلة الاحتراق العامة للمركبات التالية //

1) Fe　　2) N_2　　3) C_2H_2

4) $C_6H_{12}O_2$　　5) C_8H_{18}　　6) CO

ثالثاً // انثالبي التفاعل القياسية " StandardEnthalpyofReaction" ΔH_r°

هي الحرارة الممتصة أو المنبعثة المصاحبة للتفاعل الكيميائي عند ظروف قياسية.

ملاحظة // 1) إذا كانت المعادلة معادلة تكوين مول واحد أو أكثر فإن $\Delta H_f^\circ = \frac{\Delta Hr^\circ}{n}$

2) اذا كانت المعادلة معادلة احتراق مول واحد أو أكثر فإن $\Delta H_c^\circ = \frac{\Delta Hr^\circ}{n}$

حيث n (عدد المولات في المعادلة الموزونة)

ملاحظة// عندما تكون المعادلة هي معادلة تكوين مول واحد وبنفس الوقت معادلة احتراق مول واحد احتراقاً تاماً .

فإن $\Delta Hr^\circ = \Delta Hc^\circ = \Delta Hf^\circ$

مثل : $H_2 + 1/2\ O_2 \longrightarrow H_2O$

$C + O_2 \longrightarrow CO_2$

س// أي من التفاعلات التالية تساوي قيمة ΔHr° لها قيمة ΔHf° أو قيمة ΔHc° أو كلاهما :

1) $C_{(gr)} + O_2 \longrightarrow CO_2$

$\Delta H_f^\circ = \Delta H_r^\circ$ لأنها معادلة تكوين مول واحد

$\Delta H_c^\circ = \Delta H_r^\circ$ لأنها معادلة احتراق مول واحد

2) $CO + 1/2\ O_2 \longrightarrow CO_2$

$\Delta H_f^\circ \neq \Delta H_r^\circ$ لأن أحد المتفاعلات ليس عنصر أولي (CO)

$\Delta H_c^\circ = \Delta H_r^\circ$ لأنها معادلة احتراق مول واحد من المادة

3) $4Fe + 3O_2 \longrightarrow 2Fe_2O_3$

$\Delta H_f^\circ \neq \Delta H_r^\circ$ نقسم المعادلة على 2 لتحويلها لمعادلة تكوين

$\Delta H_c^\circ \neq \Delta H_r^\circ$ نقسم المعادلة على 4 لتحويلها لمعادلة احتراق

4) $3H_2 + N_2 \longrightarrow 2NH_3$

$\Delta H_f^\circ \neq \Delta H_r^\circ$ لأن المعادلة ليست معادلة تكوين

$\Delta H_f^\circ = \frac{\Delta Hr^\circ}{2}$

$\Delta H_c^\circ \neq \Delta H_r^\circ$ لأن المعادلة ليست معادلة احتراق لعدم وجود الأوكسجين

$\Delta H_f^\circ \neq \Delta H_r^\circ$ لأن المعادلة ليست معادلة تكوين , (المتفاعلات ليست مواد أولية).

تمرين (1 – 5) اذا علمت أن حرارة التكوين القياسية لحامض الكبريتيك (H_2SO_4) ΔH_f° تساوي (-811 KJ / mol) أكتب المعادلة الكيميائية الحرارية بحيث ΔH_r° مساوية الى ΔH_f° (H_2SO_4)

الحل //

$H_2 + S + 2O_2 \longrightarrow H_2SO_4$

$\Delta Hf^\circ_{H_2SO_4} = \frac{\Delta Hr^\circ}{n}$　　$\Delta H_r^\circ = -811 * 1 = -811\ KJ$

تمرين (1 – 6) أحسب أنثالبي التفاعل القياسية ΔH_r° للتفاعل التالي اذا علمت أن انثالبي التكوين القياسية لفلوريد الهيدروجين HF تساوي ΔH_f° (HF) = -271 KJ

الحل//

$H_2 + F_2 \longrightarrow 2HF$

$$\Delta Hf^\circ{}_{Hf} = \frac{\Delta Hr^\circ}{n}$$

$\Delta H_r^\circ = 2 * -271 = -542\ KJ$

تمرين (1 – 7) احسب انثالبي التكوين القياسية لسائل الماء بالاستعانة بالتفاعل التالي

$2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O$ علماً ان $\Delta Hr^\circ = -572\ Kj$

$$\Delta Hf^\circ{}_{NO_2} = \frac{\Delta Hr}{n} \quad \frac{-572}{2} = -286\ Kj$$

تمرين (1 – 8) أكتب تفاعل احتراق غاز البروبان (C_3H_8) إذا علمت أن $\Delta H_c^\circ (C_3H_8) =$ 2219 KJ / mol

الحل //

احتراق غاز البروبان ∴ نكتب معادلة احتراق

$C_3H_8 + 5O_2 \longrightarrow 3CO_2 + 4H_2O$

$\Delta H_c^\circ (C_3H_8) = -2291\ KJ / mol$

أنثالبى التغيرات الفيزيائية Enthalpy of physical changes

A)) أنثالبى التبخير (ΔH_{vap}) // هي الحرارة اللازمة لتبخير مول واحد من المادة .

$\Delta H_{vap} = 44\ KJ / mol$ $\qquad H_2O_{(L)} \longrightarrow H_2O_{(g)}$

B)) أنثالبى التكثيف (ΔH_{cond}) // هي الحرارة اللازمة لتحويل مول واحد من المادة من الحالة الغازية إلى الحالة السائلة .

$\Delta H_{cond} = -44\ KJ / mol$ $\qquad H_2O_{(g)} \longrightarrow H_2O_{(L)}$

∴ $\Delta H_{cond} - = \Delta H_{vap}$

C)) أنثالبى الأنصهار (ΔH_{fus}) // هي الحرارة اللازمة لانصهار مول واحد من المادة و تحويلها من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة .

$\Delta H_{fus} = 6\ KJ / mol$ $\qquad H_2O_{(S)} \longrightarrow H_2O_{(L)}$

D)) أنثالبى التبلور (الانجماد) (ΔH_{cryst}) // هي الحرارة اللازمة لأنجماد مول واحد من المادة وتحويله من الحالة السائلة إلى الحالة الصلبة

$\Delta H_{cryst} = -6\ KJ / mol$ $\qquad H_2O_{(L)} \longrightarrow H_2O_{(S)}$

∴ $\Delta H_{fus} = -\ \Delta H_{cryst}$

ملاحظة// 1) أنثالبي التبخير والانصهار موجبة لأنها ماصة للحرارة .

2) أنثالبي التكثيف والتبلور سالبة لأنها باعثة للحرارة .

مهدي الحسناوي

تمرين (1 – 9) إذا علمت أن انثالبي الانصهار لحامض الخليك (CH_3COOH) الثلجي (5.11 KJ / mol) أحسب انثالبي الانجماد لهذا الحامض .

الحل//

$\Delta H_{fus} = - \Delta H_{cryst}$

$\Delta H_{fus} = 5.11$ KJ / mol

$\Delta H_{cryst} = - 5.11 \;\; * 0.1 \;\; = 0.511$ Kj

س / اذا علمت ان انثالبي التبخير للأمونيا تساوي (23KJ / mol) احسب انثالبي التكثيف للأمونيا ؟

واجب

طرق حساب أنثالبي التفاعل

اولاً // طريقة استخدام قانون هيس Hess law

عند تحويل المتفاعلات الى نواتج فأن التغير في أنثالبي التفاعل هو نفسه سواء تم التفاعل في خطوة واحدة أو سلسلة من الخطوات .

قا نون لابلاس

اذا تم عكس التفاعل فأن اشارة ΔH تقلب من الموجب الى السالب و بالعكس .

+ حرارة التفكك = - حرارة التكوين

س// أحسب $\Delta H_f°$ لـ CO من أنثالبيات التفاعلات الأتية :-

1) $C_{(gr)} + O_{2\,(g)} \longrightarrow CO_2$ $\quad \Delta H_r° = - 393.5$ KJ / mol

2) $CO_{(g)} + 1/2\, O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)}$ $\quad \Delta H_r° = - 283$ KJ / m

الحل // نكتب معادلة الهدف (معادلة تكوين CO)

$CO_{(gr)} + 1/2O_{2(g)} \longrightarrow CO_{(g)}$ (معادلة الهدف)

$C_{(gr)} + O_{2\,(g)} \longrightarrow CO_{2(g)}$ $\quad \Delta H_r° = - 393.5$ KJ / mol

$CO_{2(g)} \longrightarrow CO_{\,(g)} + 1/2\, O_{2(g)}$ $\quad \Delta H_r° = + 283$ KJ / mol (نقلب المعادلة الثانية)

$C_{(gr)} + 1/2O_2 \longrightarrow CO_{(g)}$ $\quad \Delta H_r° = -110.5$ KJ / mol

---

رحلة التفوق في السادس
عطاء بلا حدود
A .M. Z

مثال (1 – 7) أحسب انثالبي التكوين القياسية للمركب CS_2 من عناصره الأولية أذا اعطيت التفاعلات الأتية :-

1) $C_{(gr)} + O_2 \longrightarrow CO_2$ $\Delta H_r^\circ = -394$ KJ / mol

2) $S + O_2 \longrightarrow SO_2$ $\Delta H_r^\circ = -296$ KJ / mol

3) $CS_2 + 3O_2 \longrightarrow CO_2 + 2SO_2$ $\Delta H_r^\circ = -1072$ KJ / mol

الحل // المعادلة (2) تضرب x 2 , أما المعادلة (3) فتقلب $C_{(gr)} + 2S \longrightarrow CS_2$ معادلة الهدف

1) $C_{(gr)} + \cancel{O_2} \longrightarrow \cancel{CO_2}$ $\Delta H_r^\circ = -394$ KJ / mol

2) $2S + \cancel{2O_2} \longrightarrow \cancel{2SO_2}$ $\Delta H_r^\circ = -592$ KJ / mol

3) $\cancel{CO_2} + \cancel{2SO_2} \longrightarrow CS_2 + \cancel{3O_2}$ $\Delta H_r^\circ = +1072$ KJ / mol

---

$C_{(gr)} + 2S \longrightarrow CS_2$ $\Delta H_r^\circ = +86$ Kj / mol

وزاري
2016
تمهيدي

تمرين (1 – 10) احسب أنثالبي التكوين القياسية للأستلين من عناصره الأولية أذا اعطيت المعادلات التالية

1) $C_{(gr)} + O_2 \longrightarrow CO_2$ $\Delta H_r^\circ = -394$ KJ / mol

2) $H_2 + 1/2O_2 \longrightarrow H_2O$ $\Delta H_r^\circ = -286$ KJ / mol

3) $2C_2H_2 + 5O_2 \longrightarrow 4CO_2 + 2H_2O$ $\Delta H_r^\circ = -2599$ KJ / mol

الحل // معادلة الهدف $2C_{(gr)} + H_2 \longrightarrow C_2H_2$

معادلة (3) تقلب وتقسم على (2) , معادلة (1) تضرب x (2)

1) $2C_{(gr)} + \cancel{2O_2} \longrightarrow \cancel{2CO_2}$ $\Delta H_r^\circ = -788$ KJ / mol

2) $H_2 + \cancel{1/2O_2} \longrightarrow \cancel{H_2O}$ $\Delta H_r^\circ = -286$ KJ / mol

3) $\cancel{2CO_2} + \cancel{H_2O} \longrightarrow C_2H_2 + \cancel{5/2O_2}$ $\Delta H_r^\circ = +1299.5$ KJ / mol

---

$2C_{(gr)} + H_2 \longrightarrow C_2H_2$ $\Delta H_r^\circ = +225.5$ KJ / mol

---

ثانياً // طريقة استخدام قيم انثالبي التكوين القياسية (طريقة المجموع)

$$\Delta H_r^\circ = \Sigma n\, \Delta H_f^\circ(P) - \Sigma n\, \Delta H_f^\circ(R)$$

أو

$$\Delta H_c^\circ = \Sigma n\, \Delta H_f^\circ(P) - \Sigma n\, \Delta H_f^\circ(R)$$

n تمثل عدد المولات

(p) نواتج

(R) متفاعلات

مثال (1 – 8) يجري تفاعل الثرميت الذي يتضمن الألمنيوم و أوكسيد الحديد (III)

$2Al_{(s)} + Fe_2O_{3(s)} \longrightarrow Al_2O_{3(s)} + 2Fe_{(L)}$

أحسب ΔH_r° للتفاعل أذا علمت

$\Delta H_f^\circ(Al_2O_3) = -1670$ KJ / mol

$\Delta H_f^\circ(Fe_2O_3) = -822$ KJ / mol

$\Delta H_f^\circ(Fe_{(L)}) = 12$ KJ / mol

رحلة التفوق في السادس @

الحل //

$\Delta H_r^\circ = \Sigma n\ \Delta H_f^\circ(P) - \Sigma n\ \Delta H_f^\circ(R)$

$\Delta H_r^\circ = [\Delta H_f^\circ(Al_2O_3) + 2\Delta H_f^\circ(Fe_{(L)})] - [\Delta H_f^\circ(Al_{(s)} + \Delta H^\circ(Fe_2O_{3(s)})]$

$\Delta H_r^\circ = [-1670 + 2 \times 12] - [2 \times 0 + (-822)]$

$\Delta H_r^\circ = -824\ KJ/mol$

ملاحظة // $\Delta H_f^\circ(Fe_{(s)}) = 0$ *لأنها الحالة الأثبت للحديد*

أما $\Delta H_f^\circ(Fe_{(L)}) \neq 0$

تمرين (1 – 11)

يحترق البنزين (C_6H_6) في الهواء ليعطي CO_2 وماء سائل أحسب ΔH_r° لهذا التفاعل أذاعلمت أن

$\Delta H_f^\circ(C_6H_{6(L)}) = 49\ KJ/mol$

$\Delta H_f^\circ(CO_{2(S)}) = -394\ KJ/mol$

$\Delta H_f^\circ(H_2O_{(L)}) = -286\ KJ/mol$

الحل // احتراق البنزين

$C_6H_{6(L)} + 15/2O_{2(g)} \longrightarrow 6CO_{2(g)} + 3H_2O_{(L)}$

احتراق البنزين

$\Delta H_c^\circ = \Sigma n\ \Delta H_f^\circ(P) - \Sigma n\ \Delta H_f^\circ(R)$

$\Delta H_c^\circ = [6\Delta H_f^\circ(CO_2) + 3\ \Delta H_f^\circ(H_2O)] - [\Delta H_f^\circ(C_6H_6) + 15/2\ \Delta H_f^\circ(O_2)]$

$\Delta H_c^\circ = (6 \times -394 + 3 \times -286) - (49 + 15/2 \times 0)$

$\Delta H_c^\circ = -3271\ KJ/mol$

العمليات التلقائية و غير التلقائية Spontaneous And Non Spontaneous

" **عملية تلقائية** " عملية كيميائية أو فيزيائية تحدث من تلقاء نفسها عند ظروف معينة دون تأثير من أي عامل خارجي.

" **عملية غير تلقائية** " عملية لاتجري بشكل تلقائي في ظل نفس الظروف .

يمكن تحديد تلقائية أو عدم تلقائية التفاعلات من خلال " علاقة كبس " لذا نحتاج لدراسة الأنتروبي و الطاقة الحرة .

الأنتروبي Entropy " S "

دالة ثرموداينميكية تعتبر مقياس درجة اللانتظام للنظام الثرموداينميكي . ويرمز له (S) .

التغير في الأنتروبي // " ΔS " مقياس للفرق في العشوائية $\Delta S = S_f - S_L$. حيث :-

اذا كانت $\Delta S > 0$ (قيمة موجبة) فهناك زيادة في الأنتروبي " زيادة في العشوائية "

اذا كانت $\Delta S < 0$ (قيمة سالبة) فهناك نقصان في الأنتروبي " نقصان في العشوائية "

ملاحظات //

1) تحول المادة من الحالة الصلبة الى الحالة السائلة الى الحالة الغازية يؤدي الى زيادة في الأنتروبي (زيادة في العشوائية) $\Delta S > 0$.

2) تحول المادة من الحالة الغازية الى الحالة السائلة الى الحالة الصلبة يؤدي الى نقصان في الأنتروبي (نقصان في العشوائية) $\Delta S < 0$

3) $\Delta S_g > \Delta S_L > \Delta S_s$

4) عند رفع درجة الحرارة تزداد العشوائية فتزداد الأنتروبي $\Delta S > 0$

5) عند خفض درجة الحرارة تقل العشوائية و تقل الأنتروبي $\Delta S < 0$

6) ذوبان المواد الصلبة في محاليلها يؤدي الى زيادة في العشوائية

7) ذوبان الغازات في المحاليل يؤدي الى زيادة في النظام فتقل الانتروبي

8) ان زيادة عدد المولات في التفاعل يؤدي الى زيادة في العشوائية فتزداد الانتروبي

حيث اذا كان $n(R) < n(p)$ فأن $\Delta S > 0$

مثل : (مولات النواتج أكثر من المولات المتفاعلات) $A + B \longrightarrow 3C$

زيادة في الأنتروبي ($\Delta S > 0$)

مثل : (مولات المتفاعلات أكبر من مولات النواتج) $4C \longrightarrow A + B$

نقصان في الأنتروبي ($\Delta S < 0$)

مثال (1 – 9) بين فيما اذا كان قيمة ΔS أكبر أم أصغر من الصفر للعمليات التالية ؟

1) تجميد كحول الأثيل //

تحول من سائل الى صلب " زيادة في النظام " ∴ تقل الانتروبي ($\Delta S < 0$) .

2) تبخر سائل البروم //

تحول من سائل الى غاز " زيادة في العشوائية " ∴ تزداد الانتروبي ($\Delta S > 0$) .

3) ذوبان السكر في الماء //

تحول من صلب الى سائل " زيادة في العشوائية " ∴ تزداد الانتروبي ($\Delta S > 0$) .

4) تبريد غاز النتروجين //

تقليل درجة الحرارة " زيادة في النظام " ∴ تقل الانتروبي ($\Delta S < 0$) .

تمرين (1 – 12)

كيف تتغير إنتروبي النظام للعمليات التالية ؟

1) تكثيف بخار الماء // تحول من غاز الى سائل (نظام) $\Delta S < 0$.

2) تكون بلورات السكر من محلول فوق إشباع // تحول من سائل الى صلب (نظام) $\Delta S < 0$.

3) تسخين غاز H_2 الى $8\ C°$ // رفع درجة الحرارة (لا نظام) $\Delta S > 0$.

4) تسامي اليود // تحول من صلب الى غاز (لا نظام) $\Delta S > 0$.

طاقة كبس الحرة Gibbs Free Energy

وهي حالة ثرموداينمكية تتيح لنا التنبؤ بتلقائية العمليات الفيزيائية و الكيميائية و تمثل الطاقة العظمى التي يمكن الحصول عليها من قياس التغير في الأنثالبي و الأنتروبي ويرمز لها " ΔG "

مقياس تلقائية التفاعل ΔG

حيث // اذا كانت $\Delta G° > 0$ (قيمة موجبة) تفاعل لا تلقائي .

اذا كانت $\Delta G° < 0$ (قمية سالبة) تفاعل تلقائي .

اذا كانت $\Delta G° = 0$ حالة اتزان

طرق قياس ΔS° , ΔG°

1) من علاقة كبس $\Delta G° = \Delta H° - T\Delta S$

2) من العلاقة $\Delta Sr° = \Sigma nS°(p) - \Sigma nS°(R)$

$\Delta Gr° = \Sigma n\Delta G_f°(P) - \Sigma n\Delta G_f°(R)$

مهدي الحسناوي

تمرين (1 – 13) أحسب التغير في الانتروبي المطلقة $\Delta S_r°$ للتفاعل التالي عند الظروف القياسية $25\ C°$ و ضغط 1atm

$$4Fe_{(s)} + 3O_{2(g)} \longrightarrow 2Fe_{2(s)}O_3$$

اذا علمت أن :

$S°\ (Fe) = 27\ j\ /K.\ mol$ $\quad$ $S°\ (Fe_2O_3) = 87\ j\ /K.\ mol$ $\quad$ $S°\ (O_2) = 205\ KJ\ /\ mol$,

الحل :-

$$\Delta S_r° = \Sigma nS°\ (\ P\ ) - \Sigma nS°\ (\ R\ )$$

$$\Delta S_r° = [2S°\ (\ Fe_2O_3)] - [\ 4S°\ (Fe) + 3S°\ (O_2)\ ]$$

$$\Delta S_r° = (\ 2 \times 87\ ) - (\ 4 \times 27 + 3 \times 205\ )$$

$$\Delta S_r° = -549\ J\ /\ k\ .\ mol$$

س // أحسب التغير في إنتروبي التفاعل القياسية $\Delta S_r°$ للتفاعل التالي عند الظروف القياسية $25\ C°$ و ضغط 1 atm

$$2CO + O_2 \longrightarrow 2CO_2$$

اذا علمت أن $S°\ (CO_2) = 214\ J\ /\ K\ .mol$ $\quad$ $S°\ (CO) = -198\ J\ /\ K\ .\ mol$

$S°\ (O_2) = 205\ J\ /\ k\ .\ mol$

تمرين (1 – 14) جد قيمة $\Delta Gr°$ للتفاعل التالي عند الظروف القياسية و بين هل التفاعل تلقائي أم لا :

$$2NO + O_2 \longrightarrow 2NO_2$$

اذا علمت أن $\Delta G_f°\ (NO_2) = 52\ KJ\ /\ mol$, $\Delta G_f°(NO) = 87\ KJ\ /\ mol$

ملاحظة // $\Delta G_f°$ لعنصر الحر = صفر

الحل //

$$\Delta Gr° = \Sigma n\Delta G_f°\ (P) - \Sigma n\Delta G_f°(R)$$

$$\Delta Gr° = [\ 2\ \Delta G_f°(NO_2)\ ] - [\ 2\ \Delta G_f°\ (\ NO\ ) + \Delta G_f°\ (\ O_2\ )\ ]$$

$$\Delta G_f° = [\ 2 \times 52\ ] - [\ 2 \times 87 + 0\ ]$$

$$\Delta G_f° = -70\ Kj\ /\ mol$$

اشارة $\Delta G°$ سالبة

التفاعل تلقائي

تمرين (1 – 15) أحسب $\Delta G_r°$ للتفاعل التالي عند ظروف قياسية أذا علمت أن

$\Delta H_r° = -\ 2020\ KJ\ /\ mol$, $\Delta Sr° = 347\ J\ /\ K\ .\ mol$

$$C_5H_{12} + 8O_2 \longrightarrow 5CO_2 + 6H_2O$$

ملاحظة // يجب تحويل وحدات ΔS من J الى KJ

الحل //

$$\Delta Sr° = \frac{374}{1000} = 0.374\ KJ\ /\ mol\ .\ K$$

$$T = t + 273 = 25 + 273 = 298\ K$$

$$\Delta G° = \Delta H° - T\Delta S°$$

$$\Delta G° = -2020 - (\ 298 \times 0.374\ )$$

$$\Delta G_f° = -2131.4\ Kj\ /\ mol$$

مهدي الحسناوي

تمرين (1 – 16) اذا كان لديك التفاعل $HCOOH_{(L)} \longrightarrow CO_{(g)} + H_2O_{(L)}$

كانت قيمة ΔHr° للتفاعل تساوي 16 kj / mol و التغير في الانتروبي ΔSr° تساوي 234 j / k . mol أحسب قيمة التغير في الطاقة الحرة القياسية عند الظروف القياسية (25 C° و 1atm) وبين هل التفاعل تلقائي أم لا ؟

الحل // يجب تحويل وحدات ΔSr° الى kj / k . mol

$$\Delta Sr^\circ = \frac{234}{1000} = 0.234 \text{ KJ / k. mol}$$

$$T(k) = t(c^\circ) + 273 = 25 + 273 = 298 \text{ k}$$

$$\Delta Gr^\circ = \Delta H^\circ - T\Delta S^\circ$$

$$\Delta Gr^\circ = 16 - (298 \times 0.234)$$

$$\Delta Gr^\circ = -53.7 \text{ KJ / mol}$$

ΔG سالبة ∴ التفاعل تلقائي

مثال (1 – 12) التفاعل التالي $C_2H_5OH_{(L)} + 3O_{2(g)} \longrightarrow 2CO_{2(g)} + 3H_2O_{(L)}$

لديك المعلومات التالية

المادة	ΔH_f° (kj/mol)	S° (j/mol.k)
C_2H_5OH	-278	161
O_2	0	205
CO_2	-394	214
H_2O	-286	70

وزاري
2015
دور اول

أحسب // 1) ΔH° 2) ΔS° 3) ΔGr°

الحل //

$$\Delta H_r^\circ = \Sigma n\,\Delta H_f^\circ(P) - \Sigma n\,\Delta H_f^\circ(R)$$

$$\Delta H_r^\circ = [\,2\Delta H_f^\circ(CO_2) + 3\Delta H_f^\circ(H_2O)\,] - [\,\Delta H_f^\circ(C_2H_5OH) + 3\Delta H_f^\circ\, O_2\,]$$

$$\Delta H_r^\circ = [\,2(-394) + 3(-286)\,] - [\,-287 + 3 \times 0\,]$$

$$\Delta H_r^\circ = -1368 \text{ KJ / mol}$$

$$\Delta S_r^\circ = \Sigma nS^\circ(P) - \Sigma nS^\circ(R)$$

$$\Delta S_r^\circ = [\,2S^\circ(CO_2) + 3S^\circ(H_2O)\,] - [\,S^\circ(C_2H_5OH) + 3S^\circ(O_2)\,]$$

$$\Delta S_r^\circ = (2 \times 214 + 3 \times 70) - (161 + 3 \times 205)$$

$$\Delta S_r^\circ = -138 \text{ J/K . mol} = -0.138 \text{ KJ / mol . k}$$

$$\Delta Gr^\circ = \Delta H^\circ - T\Delta S^\circ$$

$$\Delta Gr^\circ = -1368 - (298 \times 0.138)$$

$$\Delta Gr^\circ = -1404.124 \text{ KJ / mol}$$ تفاعل تلقائي

رحلة التفوق في السادس
عطاءٌ بلا حدود

تمرين 17 // التفاعل الغازي $N_2 + 2O_2 \longrightarrow 2NO_2$

1) احسب ΔGr° ثم بين هل يحدث التفاعل ام لا و لماذا ؟

2) ΔHr° ثم بين هل ان التفاعل ماص ام باعث للحرارة و لماذا ؟

3) ΔSr° مبيناً هل ان التفاعل يتحول الى حالة اكثر انتظاماً ام اقل انتظام و لماذا

علماً ان ΔGf° و ΔHf° لـ NO_2 هي على التوالي (43 ، 52) kj / mol .

الحل //

1) $\Delta Gf^\circ{}_{NO_2} = \frac{\Delta Gr^\circ}{n}$

$\Delta Gr^\circ = 43 * 2 = 86$ kj

بما انه إشارة ΔGr° موجبة لذلك التفاعل غير تلقائي

2) $\Delta Hf^\circ{}_{NO_2} = \frac{\Delta Hr}{n}$

$\Delta Hr^\circ = 52 * 2 = 104$ kj

بما انه إشارة ΔHr° موجبة لذلك فإن التفاعل ماص للحرارة

3) $\Delta Gr^\circ = \Delta Hr^\circ - T\Delta Sr^\circ$

$86 = 104 - 298\Delta Sr^\circ$

$\Delta Sr^\circ = \frac{104-86}{298} = 0.060$

بما انه إشارة ΔSr° موجبة لذلك التفاعل يتجه من النظام الى العشوائية

رحلة التفوق في السادس
عطاءٌ بلا حدود
A .M. Z

تطبيقات معادلة كبس و اتجاه سير التفاعلات

مثال	ΔG	ΔS	ΔH
$2HgO \longrightarrow 2Hg + O_2$ ΔH ΔS ΔG + + امتصاص طعام / حركة أكل	يجري التفاعل تلقائياً عند درجات الحرارة العالية. أي أن التفاعل يكون تلقائياً بالتسخين	+ $\Delta G = \Delta H^{+} - T\Delta S^{+}$ ΔG = + أو – أما	+
$3O_{2(g)} \longrightarrow 2O_{3(g)}$ ΔH ΔS ΔG + - امتصاص هدأت لاتلقائي	ΔG دائماً موجبة هذا التفاعل يكون غير تلقائي في جميع درجات الحرارة	– $\Delta G = \Delta H^{+} - T\Delta S^{-}$ ΔG = +	+ +
ΔH ΔS ΔG - + – باعث كثافة / عشوائية حركة / تلقائي دائماً $2H_2O_{2(L)} \longrightarrow 2H_2O_{(L)} + O_{2(g)}$	ΔG دائماً سالبة التفاعل تلقائي في جميع درجات الحرارة	+ $\Delta G = \Delta H^{-} - T\Delta S^{+}$ ΔG = - ΔG = -	- -
ΔH ΔS ΔG $NHg_{(g)} + HCl_{(g)} \longrightarrow NH_4Cl_{(s}$ باعث / قلت حركتها	التفاعل غير تلقائي لكنه يصبح تلقائي عند خفض درجات الحرارة	– – $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ ΔG = - أو + أما	– –

ملاحظة // 1) عملية الأنصهار , التبخير عمليات ماصة للحرارة .
2) عملية التجميد , التكثيف عمليات باعثة للحرارة .

س // علل في ضوء علاقة كبس تلقائية التفاعلات التالية :-

1) تفاعل ذوبان كلوريد الأمونيوم الماص للحرارة في الماء .

الحل //

$$NH_4Cl_{(s)} \longrightarrow NH_{4(aq)}^{+} + Cl_{(aq)}^{-}$$

ΔS = + زيادة في الأنتروبية لأنه تحول من صلب الى محلول

ΔH = + ماص للحرارة

$$\Delta G = \Delta H^{+} - T\Delta S^{+}$$
$$\Delta G = \Delta H^{+} - T\Delta S$$

∴أما ΔH (+) أكبر

∴ ΔG = + غير تلقائي

أو TΔS (-) أكبر

∴ ΔG = - تلقائي ويحدث ذلك عند رفع درجة الحرارة .

2) انصهار الجليد في درجة حرارة الغرفة .

ΔH = + ماص $\qquad\qquad$ $\Delta G = \Delta H^{+} - T\Delta S^{+}$

ΔS = + عشوائي (تحول من صلب الى سائل) $\qquad\qquad$ $\Delta G = + \quad -$

∴ التفاعل يكون تلقائي ΔG = -

عندما يكون $T\Delta S$ أكبر و ذلك يرفع درجة الحرارة .

س //

علل في ضوء علاقة كبس تلقائية التفاعلات التالية

1) تفكك أوكسيد الزئبق HgO الماص للحرارة .

2) تبخيرالماء طبيعيا .

حساب أنتروبي التغيرات الفيزيائية

أنثالبي التبخير « ΔH_{vap} » .

أنثالبي التكثيف « ΔH_{cond} » .

أنثالبي الأنصهار « ΔH_{fus} » .

أنثالبي الأنجماد « ΔH_{cryst} » .

تحدث حالة الأتزان بين المادة الصلبة و السائلة عند درجة الأنصهار Tm .

تحدث حالة الأتزان بين المادة السائلة و الغازية عند درجة الغليان Tb .

عند الأتزان $\Delta G = 0$ $\qquad\qquad$ $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

$\therefore \ \Delta H = T\Delta S$

(حيث tr تعني تحول) $\qquad\qquad$ $\therefore \ \Delta S_{tr} = \frac{\Delta H tr}{T}$

عند درجة (Tm = 0 C°) $\qquad$ $\Delta S_{fus} = \frac{\Delta H fus}{T}$ $\qquad$ $H_2O_{(s)} \underset{cryst}{\overset{fus}{\longleftrightarrow}} H_2O_{(L)}$

عند درجة (Tb = 100 C°)

T = 100 + 273 = 373 K $\qquad$ $\Delta S vap = \frac{\Delta H vap}{T}$ $\qquad$ $H_2O_{(L)} \underset{cond}{\overset{vap}{\longleftrightarrow}} H_2O_{(g)}$

معادلة تروتن //لاحظ تروتن ان ($\Delta S vap$) لمعظم السوائل قيمة ثابتة تساوي (85j/k. mol) .

لذا يصبح القانون $\qquad$ $\Delta S vap = 85 = \frac{\Delta H vap}{T}$

ملاحظة // هناك تغير فيزيائي أخر هو تحول المادة الصلبة الى غاز دون المرور بالحالة الغازية وتسمى " التسامي "

$\Delta H sub$ (حرارة التسامي) $\qquad$ $H_2O_{(s)} \longrightarrow H_2O_{(g)}$

$$\Delta H sub = \Delta H_{FUS} + \Delta H_{VAP}$$

مهدي الحسناوي

مثال (1 – 13) أحسب انثالبي التبخير ΔH_{vap} للهكسان عند الأتزان بوحدات KJ/mol اذا علمت أن درجة غليان الهكسان $69C^\circ$؟

الحل //

2014
دور ثاني

$$T_b = t + 273 = 69 + 273 = 342\ K$$

$$\Delta S_{vap} = \frac{\Delta H_{vap}}{T}$$

$$85 = \frac{\Delta H_{vap}}{342}$$

$$\therefore \quad \Delta H_{vap} = 29070\ J / mol$$

$$\Delta H_{vap} = 29.07\ KJ / mol$$

تمرين (1 – 18) أحسب التغير في الأنتروبي للتحول $H_2O_{(L)} \longleftrightarrow H_2O_{(g)}$

علماً أن $\Delta H_{vap} = 44\ KJ / mol$ عند درجة غليان الماء = $100C^\circ$

الحل //

2016
دور اول

$$T_b = t + 273$$

$$T_b = 100 + 273 = 373\ K$$

$$\Delta S_{vap} = \frac{\Delta H_{vap}}{T} = \frac{44}{373} = 0.118\ KJ / mol\ .\ K$$

بعض الأسئلة الاوزارية

س 1 / احسب التغيير في الطاقة الحرة القياسية للتكوين لغاز CO في التفاعل $2CO + O_2 \longrightarrow 2CO_2$ بدرجة ($25\ C^\circ$) وضغط (1 atm) اذا علمت ان ΔS_r° للتفاعل تساوي $-173\ j / k.mol$ وان $\Delta H_r^\circ = -566\ kj$ و ان $\Delta G_f^\circ(CO_2) = -394\ kj$

الحل //

$$T = 25 + 273 = 298\ K$$

$$\Delta G_r^\circ = \Delta H_r^\circ - T\Delta S_r^\circ$$

$$= -566 - 298 * \frac{-173}{1000}$$

$$= -566 + 51.5 \quad = -514.5\ kj$$

$$\Delta G_r^\circ = \sum n\Delta G_f^\circ(P) - \sum n\Delta G_f^\circ(R)$$

$$-514.5 = [\,(2 * -394) + (3 * -286)\,] - [\,2\Delta G_f^\circ(CO) + 0\,]$$

$$2\Delta G_f^\circ(CO) = -788 + 514.5$$

$$\Delta G_f^\circ(CO) = \frac{-273.5}{2} = -136.75\ kj$$

2014
دور ثاني

رحلة التفوق في السادس
عطاءً بلا حدود
A .M. Z

س 2 // يحترق البنزين في الهواء مكوناً غاز CO_2 وسائل الماء ويبعث حرارة مقدارها (-3271 kj) احسب ΔH_f° للبنزين اذا علمت ان :

$\Delta H_f^\circ(CO_2) = -394$ kj/mol $\Delta H_f^\circ(H_2O) = -286$ kj/mol

$C_6H_6 + 15/2O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 3H_2O$ $\Delta Hc^\circ = \Delta Hr^\circ = -3271$

? 0 -394 -286

$\Delta Hr^\circ = \sum n\Delta H_f^\circ(P) - \sum n\Delta H_f^\circ(R)$

$-3271 = [(6 * -394) + (3 * -286)] - [\Delta H_f^\circ(C_6H_6) + 0]$

$\Delta H_f^\circ(C_6H_6) = +3271 - 2364 - 858$

$= +3271 - 3222$

$= +49$ Kj / mol

اعطى في السؤال ΔH_f°
لذلك يُحل بطريقة المجموع

وزاري
2014
دور ثالث

س 3 // التفاعل التالي $2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O$

قيمة ΔSr° له = -94 J/K.mol وان ΔGf° لـ H_2O تساوي -228 Kj/mol احسب ΔHf° لـ H_2O

الحل //

$\Delta G_f^\circ(H_2O) = \frac{\Delta Gr^\circ}{n}$

$\Delta Gr^\circ = -228 * 2$

$= -456$ kj

$\Delta Gr^\circ = \Delta Hr^\circ - T\Delta Sr^\circ$

$-456 = \Delta Hr^\circ - 298 * \frac{-94}{1000}$

$\Delta Hr^\circ = -456 - 28 = -484$ kj

$\Delta H_f^\circ(H_2O) = \frac{\Delta Hr^\circ}{n} = \frac{-484}{2} = -242$ kj / mol

وزاري
2015
دور اول
نازحين

س 4 // احسب انثالبي التكوين القياسية للبروبان C_3H_8 من المعادلات التالية

1) $C_3H_8 + 5O_2 \longrightarrow 3CO_2 + 4H_2O$ $\Delta Hr^\circ = -2220$ Kj

2) $H_2O \longrightarrow H_2 + 1/2O_2$ $\Delta Hr^\circ = +286$ Kj

3) $C_{gr} + O_2 \longrightarrow CO_2$ $\Delta Hr^\circ = -393.5$ Kj

الحل // المعادلة الأولى تعكس   هدف $3C_{gr} + 4H_2 \longrightarrow C_3H_8$

المعادلة الثانية تعكس و تضرب * 4   المعادلة الثالثة تضرب * 3

$3CO_2 + 4H_2O \longrightarrow C_3H_8 + 5O_2$ $\Delta Hr^\circ = +2220$ Kj

$4H_2 + 2O_2 \longrightarrow 4H_2O$ $\Delta Hr^\circ = +286$ Kj

$3C_{gr} + 3O_2 \longrightarrow 3CO_2$ $\Delta Hr^\circ = -393.5$ Kj

وزاري
2015
دور ثاني

$3C_{gr} + 4H_2 \longrightarrow C_3H_8$

$\Delta Hr^\circ = +2220 - 1144 - 1180.5$

$= +2220 - 2324.5 = -104.5$ kj $= \Delta H_f^\circ(C_3H_8)$

س 5 // يحترق البنزين في الهواء مكوناً غاز CO_2 وسائل الماء ويبعث حرارة مقدارها (-3271 Kj) احسب ΔH_f° للبنزين علماً ان انثالبي الاحتراق لكل من (H_2 , C) هي (-286 , -394) بوحدات kj / mol

الحل // (اعطى في السؤال اكثر من حرارة احتراق لذلك يُحل بقانون هيس)

1) $C_6H_6 + 15/2O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 3H_2O$ $\Delta Hr^\circ = -3271$ Kj

2) $H_2 + 1/2O_2 \longrightarrow H_2O$ $\Delta Hr^\circ = -286$ Kj

3) $C_{gr} + O_2 \longrightarrow CO_2$ $\Delta Hr^\circ = -394$ Kj

هدف $6C_{gr} + 3H_2 \longrightarrow C_6H_6$

المعادلة الأولى تعكس

المعادلة الثانية تضرب * 3 المعادلة الثالثة تضرب * 6

$\cancel{6CO_2} + 3H_2O \longrightarrow C_6H_6 + \cancel{15/2O_2}$ $\Delta Hr^\circ = +3271$ Kj

$3H_2 + \cancel{3/2O_2} \longrightarrow \cancel{3H_2O}$ $\Delta Hr^\circ = -286 * 3$ Kj

$6C_{gr} + \cancel{6O_2} \longrightarrow \cancel{6CO_2}$ $\Delta Hr^\circ = -394 * 6$ Kj

---

$6C_{gr} + 3H_2 \longrightarrow C_6H_6$

$\Delta Hr^\circ = +3271 - 858 - 2364$

$= +3271 - 3222 = +49$ Kj/mol

2016
دور اول

بعض الأسئلة الاثرائية

س 1 // عندما يحترق الماس يبعث حرارة مقدارها (396 KJ) وعندما يحترق الكرافيت يبعث حرارة مقدارها (394 Kj) احسب حرارة تحول مول واحد من الكرافيت الى ماس ثم ارسم مخطط الطاقة مبيناً الصورة الأثبت للكاربون .

$C_{ماس} + O_2 \longrightarrow CO_2$ $\Delta Hr^\circ = -396$ Kj

$C_{كرافيت} + O_2 \longrightarrow CO_2$ $\Delta Hr^\circ = -394$ Kj

هدف C (كرافيت) $\longrightarrow$ C (ماس)

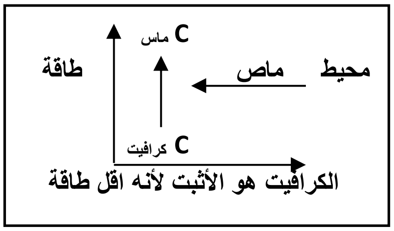
المعادلة الأولى تعكس

$\cancel{CO_2} \longrightarrow C_{ماس} + \cancel{O_2}$ $\Delta Hr^\circ = +396$ Kj

$C_{كرافيت} + \cancel{O_2} \longrightarrow \cancel{CO_2}$ $\Delta Hr^\circ = -394$ Kj

---

C (كرافيت) $\longrightarrow$ C (ماس) $\Delta Hr^\circ = +2$ Kj



بما انه ΔH° موجبة
لذلك فإن طاقة النواتج اعلى من طاقة المتفاعلات

س 2 // احسب انتروبي التبخر للتحول $H_2O_{(L)} \longleftrightarrow H_2O_{(g)}$ عند درجة غليانه اذا علمت ان انثالبي التكوين لسائل الماء تساوي (-286 kj/mol) وانثالبي التكوين لبخار الماء تساوي (-242 kj / mol)

الحل //

$$H_2O_{(L)} \longleftrightarrow H_2O_{(g)}$$

$$\Delta H_r^\circ = \sum n\Delta H_f^\circ (P) - \sum n\Delta H_f^\circ (R)$$

$$= [-242] - [-286]$$

$$= +44 \text{ kj / mol}$$

إثرائي

$$T = 100 + 273 = 373 \text{ K}$$

$$\Delta S_{VAP} = \frac{\Delta H_{VAP}}{T}$$

$$= \frac{44}{373} = 0.118 * 1000 = 118 \text{ j / k.mol}$$

س 3 // اذا كان لديك المعادلات التالية

1) $N_2 + 2O_2 \longrightarrow 2NO_2 \qquad \Delta H_r^\circ = +66 \text{ KJ}$

2) $2NO + O_2 \longrightarrow 2NO_2 \qquad \Delta H_r^\circ = -114 \text{ KJ}$

وقيم ΔH_f° لكل من (CO , NO_2 , CO_2) هي على التوالي (-110 , +33 , -394) بوحدات kj / mol احسب ΔH_r° للتفاعل $CO + NO_2 \longrightarrow CO_2 + NO$

الحل // نحسب ΔH_r° للتفاعل بطريقة المجموع لكن $\Delta H_f^\circ(NO)$ غير موجودة لذلك يجب ان تحسب من المعادلة المعطاة بطريقة قانون هيس

1) $N_2 + 2O_2 \longrightarrow 2NO_2 \qquad \Delta H_r^\circ = +66 \text{ KJ}$

2) $2NO + O_2 \longrightarrow 2NO_2 \qquad \Delta H_r^\circ = -114 \text{ KJ}$

| $1/2N_2 + 1/2O_2 \longrightarrow NO$ | $\Delta H_f^\circ(NO)$ |

المعادلة الأولى تقسم على 2

المعادلة الثانية تعكس وتقسم على 2

1) $1/2N_2 + \cancel{1/2O_2} \longrightarrow \cancel{NO_2} \qquad \Delta H_r^\circ = \frac{66}{2} = 33$

2) $NO_2 \longrightarrow NO + \cancel{1/2O_2} \qquad \Delta H_r^\circ = \frac{+114}{2} = 57$

$1/2N_2 + 1/2O_2 \longrightarrow NO \qquad \Delta H_f^\circ = 90 \text{ Kj / mol}$

إثرائي

$$CO + NO_2 \longrightarrow CO_2 + NO$$

$$-110 \quad +33 \qquad\quad -394 \quad +90$$

$$\Delta H_r^\circ = \sum n\Delta H_f^\circ (P) - \sum n\Delta H_f^\circ (R)$$

$$= [-393 + 90] - [-110 + 33]$$

$$= -304 + 77$$

زورونا على مواقع التواصل الاجتماعي رحلة التفوق في السادس

س 4 // اذا كان لديك المعادلات الحرارية الاتية عند درجة 25 C° وضغط 1 atm .

1) $SCl_2O_{(1)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \longrightarrow SO_{2(g)} + Cl_{2(g)}$ $\Delta H_r^\circ = 10$ KJ

2) $PCl_{3(l)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \longrightarrow PCl_3O_{(l)}$ $\Delta H_r^\circ = -325$ KJ

3) $P_{(S)} + \frac{3}{2} Cl_{2(g)} \longrightarrow PCl_{3(l)}$ $\Delta H_r^\circ = -307$ KJ

احسب ΔH_r° للتفاعل الاتي :

$2P_{(s)} + 2SO_{2(g)} + 5Cl_{2(g)} \longrightarrow 2SCl_2O_{(l)} + 2PCl_3O_{(l)}$ $\Delta H_r^\circ = ?$ KJ

الحل // معادلة (1) تعكس 2X ، معادلة (2) تضرب 2X ، معادلة (3) تضرب 2X

$2SO_{2(g)} + 2Cl_{2(g)} \longrightarrow 2SCl_2O_{(l)} + \cancel{O_2}$ $\Delta H_r^\circ = -20$ KJ

$\cancel{2PCl_{3(l)}} + \cancel{O_{2(g)}} \longrightarrow 2PCl_3O$ $\Delta H_r^\circ = -650$ KJ

$2P_{(S)} + 3Cl_{2(g)} \longrightarrow \cancel{2PCl_{3(l)}}$ $\Delta H_r^\circ = -614$ KJ

$2P_{(S)} + 2SO_{2(g)} + 5Cl_{2(g)} \longrightarrow 2SCl_2O_{(l)} + 2PCl_3O$

$\Delta H_r^\circ = (-20KJ) + (-650 KJ) + (-614 KJ)$

$\Delta Hr^\circ = -1284$ KJ

س5 // احسب انتروبي الانصهار للتحول $H_2O_{(S)} \longleftrightarrow H_2O_{(L)}$

عند درجة انجماده اذا علمت ان $\Delta H_{FUS} = 6$ kj /mol

الحل //

$T = 0 + 273 = 273$ K

$$\Delta S_{FUS} = \frac{\Delta H_{FUS}}{T}$$

$$= \frac{6}{273} = 0.022 * 1000 = 22 \text{ J / k.mol}$$

س 6 // عندما يحترق الكبريت المعيني يبعث طاقة مقدارها (296 Kj) وعندما يحترق الكبريت الموشوري يبعث حرارة مقدارها (297 Kj) احسب حرارة تحول مول واحد من الموشوري الى المعيني ثم ارسم مخطط الطاقة مبيناً الصورة الاثبت للكبريت .

إثرائي واجب

س7 //

أحسب ΔS° للتفاعل الغازي في درجة حرارة 25 C° $H_2 + F_2 \longrightarrow 2HF$

علماً أن ΔH_f° HF = - 273 KJ / mol ΔG_f° HF = (- 275 KJ / mol)

ج / (13 j/ K . mol)

إثرائي واجب

س 8 //

التفاعل الغازي $2SO_2 + O_2 \longrightarrow 2SO_3$

وجد أن قيمة الطاقة الحرة القياسية للتفاعل هي (- 5.7 KJ / mol) عند درجة 1atm 25C°

ما قيمة °ΔS للتفاعل من المعلومات التالية

1) $S_{(s)} + 3/2O_{2(g)} \longrightarrow SO_{3(g)}$ $\Delta Hr^\circ = -395$ KJ / mol

2) $S_{(s)} + O_{2(g)} \longrightarrow SO_{2(g)}$ $\Delta Hr^\circ = -297$ KJ / mol

ج / (- 0.64 KJ / k . mol)

تعاليل الفصل الأول

1) علل : لاتعتبر الحرارة والشغل من دوال الحالة ؟

ج // لأنها تعتمد على المسار والخطوات التي تم من خلالها التغير ولاتعتمد على الحالة الابتدائية والحالة النهائية للنظام .

2) علل : لايمكن قياس القيمة المطلقة لدوال الحالة وانما يمكن قياس مقدار التغير (Δ) لهذه.الدوال ؟ ؟

ج // لأن دوال الحالة تعتمد على الحالة الابتدائية والحالة النهائية للنظام بغض النظر عن الطريق او المسار الذي تم من خلاله .

3) علل : يجب ذكر الحالة الفيزيائية للمواد الناتجة والمواد الداخلة في التفاعل ؟ ؟

ج // لان كمية الحرارة الممتصة او المتحررة تتغير بتغير الحالة الفيزيائية لمواد التفاعل .

4) علل : ظهور الكسور في المعادلة الحرارية ؟

ج // لان المعادلة الحرارية الكيميائية للتكوين تمثل تكوين مول واحد من المركب المراد تكوينه لذا نلتجأ لتغير عدد مولات المواد المتفاعلة .

5) علل : هناك العديد من المركبات الكيميائية لايمكن تصنيعها بشكل مباشر من عناصرها الاولية لذا لاتحسب °ΔHf لها بشكل مباشر ؟

ج // لأن التفاعل قد يسير ببطء شديد او تتكون مركبات جانبية غير مرغوبة .

6) علل : تؤدي عملية التبخر الى زيادة انتروبي النظام اكبر من الزيادة في الانتروبي لعملية الانصهار ؟

ج // لان الذرات والجزيئات في الطور الغازي تنتشر بشكل عشوائي اكثر لملئ فراغات جميع الحيز الذي تتواجد فيه

7) علل : ذوبان بلورات السكر في الماء يؤدي دائماً الى زيادة في الانتروبي ؟

ج // بسبب تكسر النظام الهيكلي للسكر (المذاب) وجزء من النظام الهيكلي للماء (المذيب) فيصبح لا انتظام اكثر للمذاب والمذيب .

8) علل : تزداد الانتروبي عند اذابة مادة صلبة ايونية ؟

ج // نتيجة لعاملين 1) عملية تكوين المحلول (مذاب ومذيب)
2) تفكك المركب الصلب الى ايونات .

9) علل : يزيد التسخين من انتروبي النظام ؟

ج // لأنه يزيد من الحركات الانتقالية للجزيئات ويقوم بزيادة الحركات الدورانية والاهتزازية فتزداد الطاقة الحركية للجزيئات مايزيد من عشوائية النظام .

مهدي الحسناوي

10) علل : تكون التلقائية اكثر احتمالاً اذا كانت ΔS موجبة ؟ او(العشوائية تحبذ التلقائية) ؟

ج // وذلك حسب علاقة كبس $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ ووجود ΔS ضمن الحد ($- T\Delta S$) فالقيمة الموجبة لـΔS تساعد على جعل قيمة ΔG سالبة فيصبح التفاعل تلقائي .

11) تكون التلقائية اكثر احتمالاً اذا كانت قيمة ΔH سالبة ؟

ج // لأنه حسب علاقة كبس $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ فأن القيمة السالبة لـ ΔH تجعل قيمة ΔG سالبة فيصبح التفاعل تلقائي

12) علل : التفاعل الحراري الماص للحرارة $2HgO \longrightarrow 2Hg + O_2$ تلقائياً عند درجات الحرارة المرتفعة ؟

$$\underset{S}{2HgO} \longrightarrow \underset{L}{2Hg} + \underset{g}{O_2}$$

ج // التفاعل ماص $\therefore$ $\Delta H = +$ حسب المعادلة التفاعل تحول من صلب الى غاز (تزداد العشوائية) $\Delta S = +$

$\Delta G = \Delta^{+}H - T\Delta^{+}S$

$\Delta G = \Delta^{+}H - T\Delta S$

$\Delta G = -$ (تلقائي)

عندما $T\Delta S > \Delta H^{-}$

وذلك يرفع درجة الحرارة (T)

13) علل : التفاعل التالي الماص للحرارة $3O_2 \longrightarrow 2O_3$ غير تلقائي في جميع درجات الحرارة ؟

$$\underset{g}{3O_2} \longrightarrow \underset{g}{2O_3}$$

ج // التفاعل ماص للحرارة $\Delta H = +$

حسب المعادلة التفاعل تحول من مولات اكبر الى مولات اقل $\therefore$ (تقل العشوائية) $\Delta S = -$

$\Delta G = \Delta^{+}H - T\Delta^{-}S$

$\Delta G = \Delta^{+}H + T\Delta S$

$\Delta G = +$ غير تلقائي

عند جميع درجات الحرارة .

14) علل : التفاعل التالي الباعث للحرارة تلقائي دائماً ؟

$$\underset{L}{2H_2O_2} \longrightarrow \underset{L}{2H_2O} + \underset{g}{O_2}$$

ج // التفاعل باعث للحرارة $\Delta H = -$

حسب المعادلة يتحول التفاعل من سائل (L) الى غاز (g)

$\therefore$ زيادة في الانتروبي $\Delta S = +$

$\Delta G = \Delta^{-}H - T\Delta^{+}S$

$\Delta G = \Delta^{-}H - T\Delta S$

$\Delta G = -$ تلقائي

في جميع درجات الحرارة .

15) علل : التفاعل التالي الباعث للحرارة $NH_3 + HCl \longrightarrow NH_4Cl$ تلقائي في درجات الحرارة المنخفضة ؟

$$\underset{g}{NH_3} + \underset{g}{HCl} \longrightarrow \underset{S}{NH_4Cl}$$

مهدي الحسناوي

المفاهيم الأساسية

وحدة الجول Joule Unit: هي وحدة الطاقة بحسب النظام الدولي للوحدات ويرمز لها بالرمز (J) .

درجة حرارة الكلفن : هي درجة الحرارة بوحدات الكلفن (Kelvin) ويرمز لها بالرمز (T) ووحدتها حسب النظام الدولي للوحدات هي الكلفن (K) .

النظام System : النظام الثرموداينميكي هو ذلك الجزء من الكون الذي نهتم بدراسته يتكون من المادة او المواد المشتركة في حدوث تفاعل كيميائي او تغير فيزيائي .

المحيط Surrounding : هو كل ما يحيط بالنظام ويؤثر عليه من التغيرات فيزيائية او كيميائية .

المجموعة : يطلق ع النظام و المحيط بالمجموعة .   المجموعة = النظام + المحيط

النظام المفتوح Open System : يسمى النظام مفتوحاً اذا كانت الحدود بين النظام والمحيط تسمح بتبادل مادة النظام وطاقته , مثال ذلك اناء معدني مفتوح يحتوي على ماء مغلي .

النظام المغلق Close System : يكون النظام مغلقاً اذا كانت حدود النظام تسمح بتبادل الطاقة فقط و لا تسمح بتغيير مادة النظام , مثل اناء معدني مغلق يحتوي على ماء مغلي .

النظام المعزول Isolated System : يعرف النظام المعزول بأن حدوده لا تسمح بتبادل لا الطاقة و لا المادة , مثال ذلك الثرموس .

السعة الحرارية Heat Capacity : و يرمز لها بالرمز (C) كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كتلة مقدارها (m) غرام من أي مادة درجة سيليزية واحدة ووحدتها هي (J / C°) .

الحرارة النوعية Specific Heat : ويرمز لها بالرمز (ζ) وتعرف بأنها كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كتلة غرام من أي مادة درجة سيليزية واحدة ووحدتها (J / g . C°) .

دالة الحالة State Function : هي تلك الخاصية او الكمية التي تعتمد على الحالة الابتدائية للنظام قبل التغيير , والحالة النهائية للنظام بعد التغير بغض النظر عن الطريق او المسار الذي تم من خلاله التغير .

الخواص الشاملة Extensive Properties : وهي الخواص التي تعتمد على كمية المادة الموجودة في النظام مثل الكتلة و الحجم .

الخواص المركزة Intensive Properties : وهي الخواص التي لا تعتمد على كمية المادة الموجودة في النظام مثل الضغط و الكثافة و درجة الحرارة .

الأنثالبي Enthalpy : دالة حالة ثرموداينميكة وخاصية شاملة تمثل كمية الحرارة الممتصة او المتحررة المقاسة بثبوت الضغط ويرمز لها بالرمز (H) ولايمكن قياس القيم المطلقة لها لأنا دالة حالة ويقاس لها التغيير الحاصل فيها (ΔH) .

تفاعل باعث للحرارة Exothermic Reaction : التفاعل الكيميائي الذي يصاحبه تحرر حرارة و قيمة التغير في الانثالبي له سالبة .

تفاعل ماص للحرارة Endothermic Reaction : التفاعل الكيميائي الذي يصاحبه امتصاص حرارة و قيمة التغير في الانثالبي له موجبة .

انثالبى التفاعل القياسية Standard Enthalpy Of Reaction : يرمز لها بالرمز (ΔHr°) و تعرف بأنها الحرارة المصاحبة لحدوث التفاعل عند الظروف القياسية من درجة حرارة و ضغط .

انثالبى التكوين القياسي Standard Enthalpy Of Formati : ويرمز له بالرمز (ΔH_f°) وتعرف بأنها الحرارة اللازمة لتكوين مول واحد من أي مركب من عناصره الأساسية المتواجدة بأثبت صورة في حالتها القياسية .

انثالبى الاحتراق القياسي Standard Enthalpy Of Combustion : ويرمز له بالرمز (ΔH_c°) وتعرف بأنها الحرارة المتحررة من حرق مول واحد من أي مادة حرقا تاماً مع وفرة من الاوكسجين عند الظروف القياسية من درجة حرارة و ضغط .

قانون هيس Hess Law : التغير في الأنثالبي المصاحب لتحول المواد المتفاعلة الى نواتج هو نفسه سواء تم التفاعل في خطوة واحدة او سلسلة من الخطوات .

العمليات التلقائية و غير التلقائية Spontaneous And Non Spontaneous :

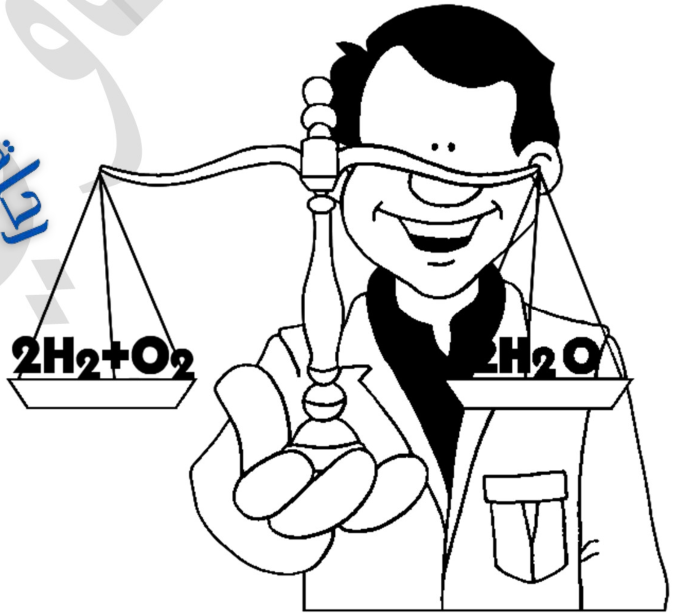
أي عملية فيزيائية او كيميائية تحدث من تلقاء نفسها عند ظروف معينة دون تأثير من أي عامل خارجي تسمى عملية تلقائية , اما العملية التي لا يمكن ان تجري بشكل تلقائي في ظل نفس الظروف تسمى غير تلقائية .

الانتروبى Entropy : يرمز لها بالرمز (S) وهي دالة حالة ثرموداينميكية تعتبر مقياس درجة اللاإنتظام للنظام الثرموداينميكي .

طاقة كبس الحرة Gibbs Free Energy : يرمز لها بالرمز (G) و هي دالة حالة ثرموداينميكية تتيح لنا التنبؤ بتلقائية العمليات الفيزيائية او الكيميائية و تمثل الطاقة العظمى التي يمكن الخصول عليها من قياس التغير الانثالبي و الانتروبي .

طاقة كبس الحرة للتكوين القياسية Standard Gibbs Free Energy Of Formation :

يرمز لها بالرمز (ΔG_f°) و تعرف بأنها مقدار التغير في الطاقة الحرة عند تكوين مول واحد من أي مركب من عناصره الأساسية بأثبت صورة عند الظروف القياسية عند درجة حرارة (25 C°) و ضغط (1 atm) .



رحلة التفوق في السادس
عطاءٌ بلا حدود

حل أسئلة الفصل الأول

س1// اختر الجواب الصحيح مع بيان السبب بوضوح

1) يتفاعل فلز الصوديوم مع الماء تلقائياً و يتكون هيدروكسيد الصوديوم مع انبعاث حرارة

-1 $\Delta G >$ صفر -2 $\Delta S >$ صفر -3 $\Delta H >$ صفر

الحل // بما انه تلقائي $\Delta G = -$

بما انه باعث للحرارة $\Delta H = -$

$\Delta S = ?$

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

لذلك يجب ان تكون $- = - \quad +$

$\Delta S = +$ لكي يكون تلقائي $- = - \quad -$

الاختيار 2 هو الحل $\Delta S > 0$

---

2) يتسامى الجليد تلقائياً عندما تكون .

1) $T\Delta S > \Delta H$ 2) $\Delta H > T\Delta S$ 3) $T\Delta S = \Delta H$

الحل // تلقائي $\Delta G = -$ $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

لانه تحول ماص $\Delta H = +$ $+ \quad +$

من صلب عشوائي $\Delta S = +$ $- = + < -$

الى غاز الاختيار 1 $\Delta H < T\Delta S$

---

3) عند زيادة الضغط على غاز في اناء مغلق بدرجة حرارة ثابتة فإن قيمة ΔS تصبح

-1 موجبة -2 سالبة -3 صفر

الحل // زيادة الضغط يعني زيادة عدد الاصطدامات بين الجزيئات لذلك تزداد العشوائية

الاختيار 1 موجبة

---

4) تفاعل ما غير تلقائي حيث قيمة $\Delta H > T\Delta S$ لجعلة تلقائي نقترح .

-1 تبريد التفاعل -2 تسخين التفاعل -3 لا يمكن جعله تلقائي

الحل // لجعله تلقائي يجب زيادة درجة الحرارة حتى يكون $\Delta H < T\Delta S$

الاختيار 2 تسخين التفاعل .

---

5) اذا كان تفاعل ما باعث للحرارة و تصاحبه زيادة في الانتروبي فانه يكون

-1 تلقائي -2 غير تلقائي -3 متزن

الحل // باعث $\Delta H = -$ $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

عشوائي $\Delta H = +$ $+ \quad -$

$- \quad - =$ – تلقائي

الاختيار 1 تلقائي

مهدي الحسناوي

6) التفاعل الغازي $N_2 + 3H_2 \longrightarrow 2NH_3$ قيمة $\Delta S°$ للتفاعل

1- صفر 2- موجبة 3- سالبة

الحل // بما انه التفاعل فيه نقصان في عدد المولات لذلك نقصان في العشوائية – = ΔS

الاختيار 3 سالبة

س 3// احسب كمية الحرارة المنبعثة بوحدات (KJ) من 350 g زئبق تبريدها من 77C° الى 12 C° . اذا علمت ان الحرارة النوعية للزئبق (0.14 J / g . C°)

الحل //

$\Delta T = (T_f - T_i)\ C° = (12 - 77)\ C° = -65\ C°$

$q(J) = \zeta\ (J / g . C°) \times m\ (g) \times \Delta T\ (C°)$

$q(J) = 0.4\ (J / g . C°) \times 350\ (g) \times (-65)\ (C°) = -3185$

تحويل الوحدة من J الى KJ

$q = \frac{-3185}{1000} = -\ 3.2\ KJ$

س 4 // سخنت عينة من مادة مجهولة كتلتها 155 g من درجة حرارة 25 C° الى 40 C° , ما ادى الى امتصاص حرارة مقدارها 5700 J . احسب الحرارة النوعية لتلك المادة .

الحل //

$\Delta T = (T_f - T_i)\ C° = (40 - 25)\ C° = 15\ C°$

$q\ (J) = \zeta\ (j / g . C°) \times m\ (g) \times \Delta T\ (C°)$

$\zeta\ (J) / g . C°) = \frac{q(J)}{m\ (g) \times \Delta T\ (C°)}$

$= \frac{5700\ (J)}{155\ (g) \times 15\ (C°)} = 2.45\ J / g . C°$

س 5 // 4.5 g من حبيبات ذهب امتصت 276 J من الحرارة عند تسخينها , فإذا علمت ان الحرارة الأبتدائية كانت 25 C° احسب الحرارة النهائية التي سخنت اليها , اذا علمت ان الحرارة النوعية للذهب 0.13 J/g.c°

الحل //

$q\ (J) = \zeta\ (J / g . C°) \times m\ (g) \times \Delta T\ (C°)$

$\Delta T\ (C°) = \frac{q\ (J)}{\zeta\ (\frac{J}{g}.C°) \times m\ (g)} = \frac{276\ (J)}{0.13\ (\frac{J}{g}.C°) \times 4.5 (g)}$

$= 471.8\ C°$

والفرق في درجات الحرارة يساوي

$471.8\ C° = (T_f - 25)\ C°$

$T_f = 496.8\ C°$

س 6 // جد قيمة ΔGr° للتفاعل $2CO + O_2 \longrightarrow 2CO_2$ الذي يجري في ظروف قياسية إذا أعطيت المعلومات :

$\Delta H_f^\circ\ CO_2 = -393.5\ KJ/mol$ $\Delta H_f^\circ\ CO = -110.5\ KJ/mol$

$S^\circ (CO) = 198\ J/k.mol$ $S^\circ (CO_2) = 214\ J/k.mol$ $S^\circ (O_2) = 205\ J/k.mol$

الحل // نحسب اولاً ΔHr° و ΔSr° من طريقة المجموع

$\Delta H_r = \sum n\Delta H_f^\circ (products) - \sum n\Delta H_f^\circ (reactauts)$

$\Delta H_r = [\ 2 \times -393.5\ ] - [\ 2 \times -110.5\ ]$

$= -787 + 221$

$\Delta H_r = -\ 566\ Kj\ /\ mol$

$\Delta S_r = \sum n\Delta S_r^\circ (products) - \sum n\Delta S_r^\circ (reactauts)$

$= [\ 2 \times 214\ ] - [\ (205) + (\ 2 \times 198)\ ]$

$= 428 - 601$

$\Delta S_r = -173\ J/K.mol$

نحسب ΔGr° من قانون كبس

$\Delta Gr^\circ = \Delta Hr^\circ - T\Delta Sr^\circ$

$= -566 - (298 * -173/1000)$

$= -566 + 51.55$

$\Delta Gr^\circ = -\ 514.5\ KJ/mol$

س7 // للتحول $H_2O_{(L)} \longrightarrow H_2O_{(S)}$ وجد ان $\Delta H = -6\ kj$ و $\Delta S = 22\ j\ /\ k\ .mol$

بين ذلك رياضياً مع ذكر السبب في أي درجة حرارية من الدرجات الاتية يكون تحول الجليد الى سائل تلقائياً (250 K ام 300 K) .

الحل //

$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

$= 6 - 250 * \frac{22}{1000}$

$= 6 - 5.5$

$= +0.5\ Kj$

بما انه $\Delta G = +$ لذلك التفاعل غير تلقائي

$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

$= 6 - 300 * \frac{22}{1000}$

$= 6 - 6.6$

$= -0.6\ Kj$

بما انه $\Delta G = -$ لذلك التفاعل تلقائي في 300 K

س 8 // في مسعر حراري وضع 2.6 g من الاستيلين C_2H_2 (M = 26 g/ mol) فوجد ان كمية الحرارة المنبعثة من الاحتراق تساوي 130 KJ احسب انثالبي التكوين القياسية للاستلين اذا علمت ان

$\Delta H_f° \ CO_2 = -393.5$ KJ/mol , $\Delta H_f° \ H_2O = -286$ KJ/mol

الحل // نحسب $\Delta Hr°$ من معلومات المسعر

$n = \frac{m}{M} = \frac{2.6}{26} = 0.1$ mol

$\Delta Hr° = \frac{q}{n} = \frac{-130}{0.1}$

= - 1300 Kj / mol (منبعثة اشارة سالبة)

$C_2H_2 + 5/2\ O_2 \longrightarrow 2CO_2 + H_2O$

$\Delta H_r = \sum n\Delta H_f° \text{(products)} - \sum n\Delta H_f° \text{(reactauts)}$

$-1300 = [(-286) + (2 \times -393.5)] - [x]$

$X = +227$ K / mol = $\Delta H_f°\ C_2H_2$

س9 //

احسب التغير في انثالبي التكوين القياسية Al_2O_3 و التغير في انثالبي الاحتراق (Al) في التفاعل

$4Al + 3O_2 \longrightarrow 2Al_2O_3$ (-3340 Kj)

وزاري

2014	2013
دور اول	دور ثالث

الحل //

$\Delta H_f° (Al_2O_3) = \frac{\Delta Hr°}{n} = \frac{-334}{2} = -1670$ Kj / mol

$\Delta H_f° (Al) = \frac{\Delta Hr°}{n} = \frac{-33}{4} = -835$ Kj / mol

---

س 10 // اكتب نص قانون هيس وفسر فائدته في الكيمياء الحرارية من المعادلات الحرارية الاتية عند درجة حرارة 25 C° وضغط 1 atm

1) $H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \longrightarrow HCl_{(g)}$ $\Delta H_r° = -185$ KJ

2) $2H_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2H_2O_{(g)}$ $\Delta H_r° = -484$ KJ

احسب $\Delta H_r°$ للتفاعل الاتي :-

$4HCl_{(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2Cl_{2(g)} + 2H_2O_{(g)}$ $\Delta Hr° = ?$ kJ

الحل :- نص قانون هيس (عند تحويل المتفاعلات الى نواتج فأن التغيير في الانثالبي لهذا التفاعل هو نفسه سواء تم التفاعل في خطوة واحدة ام في سلسلة من الخطوات) .

ان فائدة قانون هيس تكمن في امكانية قياس انثالبي التفاعلات التي لا يمكن قياسها بشكل مباشر لكون حدوثها غير ممكن لبطئها او لتكون نواتج جانبية .

$4HCl_{(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2Cl_{2(g)} + 2H_2O_{(g)}$ $\Delta H_r° = ?$

المعادلة (1) نعكس ونضرب 2X

المعادلة (2) تبقى $2H_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2H_2O_{(g)}$ $\Delta H_r° = -484$ KJ (2)

$4HCl_{(g)} \longrightarrow 2H_{2(g)} + 2H_{2(g)}$ $\Delta H_r° = +370$ KJ (3)

$4HCl_{(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2Cl_{2(g)} + 2H_2O_{(g)}$

$\Delta H_r° = (-484\ KJ) + (+370\ KJ) = -114$ KJ

س 11// تتفكك كاربونات الكالسيوم حسب المعادلة :

$CaCO_3 \longrightarrow CaO + CO_2$ $\Delta Sr^\circ = 160\ J/K.mol$

فاذا علمت ان ΔHf° لكل من $CaCO_3, CaO , CO_2$ هي على التوالي (-1207 , -635 , -393.5) بوحدات KJ / mol

1) احسب ΔHr° للتفاعل ثم ارسم مخطط الطاقة

2) ΔGr°

3) درجة الحرارة التي يصبح عندها التفاعل تلقائي .

2015
دور ثاني

الحل //

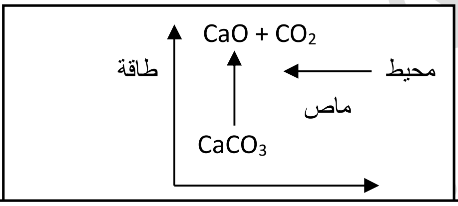
1)

$\Delta H_r = \sum n\Delta H_f^\circ \text{(products)} - \sum n\Delta H_f^\circ \text{(reactauts)}$

$\Delta H_r = [(-393.5) + (-635)] – [- 1207]$

$= -1028.5 + 1207$

$\Delta H_r = +178.5\ Kj / mol$



2)

$\Delta Gr^\circ = \Delta Hr^\circ – T\Delta Sr^\circ$

$= 178.5 – (298 * 160/1000)$

$= 178.5 + 47.7$

$\Delta Gr^\circ = 130.8\ KJ/mol$

3) $\Delta G = \Delta H – T\Delta S$

+ +

– = + < –

$\Delta H < T\Delta S$

$178.5 < T\frac{160}{1000}$

$\frac{178.5}{0.16} < T$

$1115.6\ K < T$

س 14 // التفاعلات الاتية عند $25\ C^\circ$

$CCl_{4(L)} + H_{2(g)} \longrightarrow HCl_{(g)} + CHCl_{3(L)}$ $\Delta Hr^\circ = -91.34\ kj$, $\Delta Gr^\circ = -103.72\ kj$

$3Fe_2O_3 \longrightarrow 2Fe_3O_4 + 1/2O_2$ $\Delta Hr^\circ = 235.8\ kj$, $\Delta Gr^\circ = 195.7\ kj$

على فرض ان ΔHr° و ΔSr° لكلا التفاعليين لا تتغير عند تغير درجة الحرارة جد :

أ) ΔGr° للتفاعل الأول عند $65\ C^\circ$ ب) ΔGr° للتفاعل الثاني عند $1000\ K$

الحل // 1) التفاعل الأول

يحسب ΔSr° عند $25C^\circ$

$\Delta Gr^\circ = \Delta Hr^\circ – T\Delta Sr^\circ$

$–103.72 = –91.34 – 298\ \Delta Sr^\circ$

$\Delta Sr^\circ = \frac{-91.34+103.72}{298} = 0.042\ Kj/mol$

نحسب ΔGr عند $65C^\circ$ باستخدام نفس قيم ΔHr و ΔSr

$T = 65 + 273 = 338\ K$

$\Delta Gr = \Delta Hr – T\Delta Sr$

$= –91.34 – 338 * 0.042$

$= –91.34 – 14.196 = 105.54\ Kj$

2) التفاعل الثاني

$\Delta Gr^\circ = \Delta Hr^\circ - T\Delta Sr^\circ$

$-195.7 = -235.8 - 298\ \Delta Sr^\circ$

$\Delta Sr^\circ = \frac{-235.8+19\ \ .7}{298} = 0.134$ Kj/mol

$\Delta Gr = \Delta Hr - T\Delta Sr$

$= -235.8 - 1000 * 0.134$

$= -235.8 - 134$

$= 102$ Kj

س 15 // للتفاعل $2O_3 \longrightarrow 3O_2$ عند 25C° و ضغط 1atm قيمة S° لـ O_2 تساوي 205 j/k.mol و S° لـ O_3 تساوي 239 j/k.mol و ΔGf° لـ O_3 تساوي 163 KJ/mol احسب ΔHf° لـ O_3 ؟

الحل //

$$3O_2 \longrightarrow 2O_3$$

$\Delta Sr^\circ = \sum nS^\circ_{(P)} - \sum nS^\circ_{(R)}$

$= [\ 2 * 239\ ] - [\ 3 * 205\ ]$

$= 478 - 615$

$= -137$ j / k.mol

$\Delta Gr^\circ = \sum n\Delta Gf^\circ_{(P)} - \sum n\Delta Gf^\circ_{(R)}$

$= [\ 2 * 163\ ] - [\ 0\ ]$

$= 326$ KJ

$\Delta Gr^\circ = \Delta Hr^\circ - T\Delta Sr^\circ$

$326 = \Delta Hr^\circ - 298 * \frac{137}{1000}$

$\Delta Hr^\circ = 326 - 40.8$

$= 285.2$ Kj

$\Delta Hr^\circ = \sum n\Delta Hr^\circ_{(P)} - \sum n\Delta Hr^\circ_{(R)}$

$285.2 = [\ 2\Delta H_f{}^\circ{}_{O_3}\ ] - [\ 0\ ]$

$\Delta H_f{}^\circ{}_{O_3} = \frac{285.2}{2} = 142.6$ Kj

مهدي الحسناوي
رحلة التفوق في السادس

س 16 // احسب انثالي التكوين القياسية للمركب $HPO_{3(s)}$ اذا اعطيت المعلومات الاتية :

$P_4O_{10(s)} + 4HNO_{3(l)} \longrightarrow 4HPO_{3(l)} + 2N_2O_{5(g)}$ $\Delta H_r^\circ = -180\ KJ$

ΔH_f للمركبات الاتية :

$\Delta H_f^\circ\ (P_4O_{10}) = -2984\ KJ/mol$

$\Delta H_f^\circ\ (HNO_3) = -174\ KJ/mol$, $\Delta H_f^\circ\ (N_2O_5) = -43\ KJ/mol$

الحل // تحسب حرارة التفاعل ΔH_r° للتفاعل التالي بأستخدام العلاقة الاتية :

$P_4O_{10\,(S)} + 4HNO_{3(l)} \longrightarrow 4HPO_{3(l)} + 2N_2O_{5\,(g)}$

$\Delta H_r^\circ = \sum n\Delta H_f^\circ\ (products) - \sum n\Delta H_f^\circ\ (reactauts)$

$\Delta H_r^\circ = [\ 4 \times \Delta H_f^\circ\ (HPO_3) + 2 \times \Delta H_f^\circ\ (N_2O_5)\ ] - [\ \Delta H_f^\circ\ (P_4O_{10}) + 4 \times \Delta H_f^\circ\ (HNO_3)\ ]$

$\Delta H_r^\circ = [\ 4 \times \Delta H_f^\circ (HPO_3) + (\ 2 \times -43 mole\ )\ ] - [\ (-2984\ KJ/mole) + [\ 4 \times (-174 KJ/mol)\ ]$

$\Delta H_f^\circ (HPO_3) = \frac{[(-180)+(-359\ \ )] KJ/mol}{4}$

$\Delta H_f^\circ (HPO_3) = -943.5\ KJ/mol$

س 17 // ما نعني بالعملية التلقائية . وضح ذلك ثم أعط مثالين لكل من العمليات التلقائية و غير التلقائية .

الحل // العملية التلقائية // أي عملية فيزيائية أو كيميائية يمكن أن تحدث من تلقاء نفسها عند ظروف معينة دون تأثير من أي عامل خارجي و من أمثلة العمليات التلقائية سقوط الماء من أعلى الشلال و ذوبان قطعة السكر و عكس تلك العمليات أي صعود الماء الى أعلى الشلال و تجمع السكر الى شكله الأبتدائي هي عمليات غير تلقائية

س22 //

للتفاعل $2H_2O \longleftarrow 2H_2 + O_2$ احسب ΔSr° بوحدات J/K.mol اذا علمت ان

$\Delta Hf^\circ\ (H_2O) = -242\ KJ/\ mol$ $\Delta Gf^\circ\ (H_2O) = -228\ KJ/\ mol$

الحل //

$2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O$

نحسب اولاً ΔHr° ΔGr° من طريقة المجموع

وزاري 2015 تمهيدي

$\Delta Hf^\circ = \frac{\Delta Hr^\circ}{n}$

$\Delta Hr^\circ = -242 \times 2 = -484\ Kj/mol$

$\Delta Gf^\circ = \frac{\Delta Gr^\circ}{n}$

$\Delta Gr^\circ = -228 \times 2 = -456\ Kj/mol$

نحسب ΔS° من علاقة كبس

$\Delta Gr^\circ = \Delta Hr^\circ - T\Delta Sr^\circ$

$-456 = -484 - 298 \times \Delta Sr^\circ$

$298\ \Delta Sr^\circ = -484 + 456$

$\Delta Sr^\circ = \frac{-28}{298} = -0.093\ Kj/k.mol$

$\Delta Sr^\circ = 93\ J/k.mol$

رحلة التفوق في السادس @

س23// جد انثالبية التكوين القياسية لغاز الاثيلين C_2H_4 اذا علمت ان درجة الاحتراق القياسية لكل من H_2 و C و C_2H_4 هي على التوالي مقاسة بوحدات kj / mol (-1411 , -394 , -286) ؟

الحل //

1) $H_2 + 1/2O_2 \longrightarrow H_2O$ $\Delta Hr^\circ = -286$ KJ

2) $C + O_2 \longrightarrow CO_2$ $\Delta Hr^\circ = -394$ KJ

3) $C_2H_4 + 3O_2 \longrightarrow 2CO_2 + 2H_2O$ $\Delta Hr^\circ = -1411$ KJ

نكتب معادلة الهدف $2C + 2H_2 \longrightarrow C_2H_4$

المعادلة الأولى تضرب × 2 المعادلة الثانية تضرب × 2 المعادلة الثالث تعكس

$2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O$ $\Delta Hr^\circ = -286 * 2 = 572$ KJ

$2C + 2O_2 \longrightarrow 2CO_2$ $\Delta Hr^\circ = -394 * 2 = -788$ KJ

$2CO_2 + 2H_2O \longrightarrow C_2H_4 + 3O_2$ $\Delta Hr^\circ = +1411$ KJ

$2C + 2H_2 \longrightarrow C_2H_4$ $\Delta Hr^\circ = +51$ KJ

س 24 // عند حدوث تفاعل كيميائي في مسعر سعته الحرارية الكلية تساوي 2.4KJ/C° فأن درجة حرارة المسعر ترتفع بمقدار 0.12C° أحسب التغير في الانثالبي بوحدات J

الحل //

$\Delta Hr = q_p = C.\Delta T$

$\Delta Hr = 2.4 * 0.12$

$\Delta Hr = -0.288$ KJ

$\Delta Hr = -288$ J

توضع إشارة سالبة لأنه تفاعل احتراق في مسعر

س 25 // جد ΔH_f° لـ Fe_2O_3 من انثالبيات التفاعلات الاتية :

$2Al_2O_3 \longrightarrow 4Al + 3O_2$ $\Delta H = 3340$ KJ

$2Al + Fe_2O_3 \longrightarrow 2Fe + Al_2O_3$ $\Delta H = -853$ KJ

الحل //

نكتب معادلة الهدف $2Fe + 3/2O_2 \longrightarrow Fe_2O_3$

المعادلة الأولى تعكس و تقسم على 2 المعادلة الثانية تعكس

$2Al + 3/2O_2 \longrightarrow Al_2O_3$ $\Delta Hr^\circ = 3340/2 = -1670$ KJ

$2Fe + Al_2O_3 \longrightarrow 2Al + Fe_2O_3$ $\Delta Hr^\circ = +853$ KJ

$2Fe + 3/2O_2 \longrightarrow Fe_2O_3$ $\Delta Hr^\circ = -817$ KJ

س26 // ما قيمة ΔSr° لأنصهار الجليد بوحدات j/k.mol اذا علمت ان انثالبية التكوين القياسية للماء تساوي -286 Kj / mol و انثالبية التكوين القياسية للجليد تساوي -292 Kj / mol ؟

الحل // نكتب معادلة انصهار الجليد

$$H_2O_{(S)} \longrightarrow H_2O_{(L)}$$

$$\Delta Hr^{\circ} = \sum n\Delta Hr^{\circ}_{(P)} - \sum n\Delta Hr^{\circ}_{(R)}$$

$$= [-286] - [-292]$$

$$= +6\ Kj$$

$$\Delta S_{Fus} = \frac{\Delta H_{FUS}}{T} \qquad T = 0 + 273 = 273\ K$$

$$= \frac{6}{273} = 0.022 * 1000$$

ملاحظة انصهار الجليد عند $0C^{\circ}$

$$= 22\ j/k.mol$$

س 28 // اذا علمت ان انثالبي احتراق كل من غاز CO , H_2 , CH_3OH بوحدات KJ / mol على التوالي (284 - , 286- , 727-) احسب ΔHr° باستخدام قانون هيس للتفاعل الاتي :

$$CO + 2H_2 \longrightarrow CH_3OH$$

الحل // نكتب معادلات احتراق

$CO + 1/2O_2 \longrightarrow CO_2$ $\qquad \Delta Hc^{\circ} = \Delta Hr^{\circ} = -284\ KJ/mol$

$H_2 + 1/2O_2 \longrightarrow H_2O$ $\qquad \Delta Hc^{\circ} = \Delta Hr^{\circ} = -286\ KJ/mol$

$CH_3OH + 3/2O_2 \longrightarrow CO_2 + 2H_2O$ $\qquad \Delta Hc^{\circ} = \Delta Hr^{\circ} = -727\ KJ/mol$

معادلة الهدف $CO + 2H_2 \longrightarrow CH_3OH$

المعادلة الأولى تبقى و المعادلة الثانية تضرب في 2 والثالثة تعكس

$CO + 1/2O_2 \longrightarrow CO_2$ $\qquad \Delta Hc^{\circ} = \Delta Hr^{\circ} = -284\ KJ/mol$

$2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O$ $\qquad \Delta Hc^{\circ} = \Delta Hr^{\circ} = -286 \times 2 = -572$

$CO_2 + 2H_2O \longrightarrow CH_3OH + 3/2O_2$ $\qquad \Delta Hc^{\circ} = \Delta Hr^{\circ} = +727\ KJ/mol$

$CO + 2H_2 \longrightarrow CH_3OH$ $\qquad \Delta Hr^{\circ} = -129\ KJ$

رحلة التفوق في السادس
عطاء بلا حدود
A .M. Z

س29 //اذا تم حرق عينة كتلتها 1.5g من حامض الخليك CH_3COOH (M = 60 g/mol) بوجود كمية وافية من الاوكسجين كان المسعر يحتوي على 750 g من الماء (الحرارة النوعية للماء 4.2J/g.c) فاذا ارتفعت درجة حرارة المسعر و محتوياته من 24 C° الى 28 C° احسب كمية الحرارة التي يمكن ان تنبعث نتيجة احتراق مول واحد من الحامض . على فرض ان السعة الحرارية للمسعر مهملة ؟

الحل //

$\Delta T = T2 - T1$

$= 28 - 24 = 4C°$

الإشارة سالبة لأنها منبعثة

$q = \zeta \cdot m \cdot \Delta T$

$q = 4.2 \times 750 \times 4$

$q = -12600\ J$

$n = \frac{m}{M} = \frac{1.5}{60} = 0.025\ mol$

$\Delta H = qp = \frac{q}{n} = \frac{-12600}{0.025} = -50400\ J/mol$

2013
دور ثاني

س 30// علل ما يأتي في ضوء علاقة كبس

1) عملية انصهار الجليد تلقائية بالظروف الاعتيادية ؟ (2013 / دور ثالث , 2015 , دور اول)

$\Delta G = -$ تلقائي — $\Delta G = \Delta H^{+} - T\Delta S^{+}$

$\Delta H = +$ ماص للحرارة — $- = + < -$

$\Delta S = +$ عشوائي — تلقائي بالظروف الاعتيادية

(تحول من صلب الى سائل) — لأن $\Delta H < T\Delta S$

2) لا يتحلل الماء الى عناصره الأولية بالظروف الاعتيادية ؟ (2013 / دور اول , 2014 , دور ثالث)

$\Delta G = +$ غير تلقائي (لا يتحلل) — $\Delta G = \Delta H^{+} - T\Delta S^{+}$

$\Delta H = +$ ماص للحرارة — $+ = + > -$

$\Delta S = +$ زيادة في العشوائية — غير تلقائي بالظروف الاعتيادية

(زيادة في المولات) — لأن $T\Delta S < \Delta H$

3) يذوب غاز ثنائي أوكسيد الكبريت في الماء تلقائياً ويبعث حرارة اثناء عملية ذوبانه ؟

$\Delta G = -$ تلقائي (يذوب) — $\Delta G = \Delta H^{-} - T\Delta S^{-}$

$\Delta H = -$ باعث للحرارة — $- = - > +$

$\Delta S = -$ غير عشوائي — تلقائي بخفض درجة الحرارة

(تحول من غاز الى سائل) — عندما $\Delta H > T\Delta S$

4) لا تتفكك كاربونات الكالسيوم بدرجات الحرارة الاعتيادية ؟

$\Delta G = +$ غير تلقائي — $\Delta G = \Delta H^{+} - T\Delta S^{+}$

$\Delta H = +$ ماص للحرارة — $+ = + > -$

$\Delta S = +$ عشوائي (زيادة في المولات) — غير تلقائي لأن $\Delta H < T\Delta S$

5) تفكك أوكسيد الزئبق II يكون تلقائي دائما عند درجات الحرارة العالية ؟ (2013 /دور ثاني)

– = ΔG تلقائي $\Delta G = \Delta H^{+} - T\Delta S^{+}$

+ = ΔH ماص للحرارة $- \;=\; + \;<\; -$

+ = ΔS عشوائي (زيادة في المولات) تلقائي في درجات الحرارة العالية

لأن $\Delta H < T\Delta S$

6) ينجمد الماء تلقائياً بدرجات الحرارة المنخفضة جداً وليس درجات الحرارة الاعتيادية .

– = ΔG تلقائي $\Delta G = \Delta H^{-} - T\Delta S^{-}$

– = ΔH باعث (انجماد) $+ \;>\; - \;=\; -$ تلقائي

– = ΔS نظام

(تحول من سائل الى صلب) عندما $\Delta H > T\Delta S$

أي بخفض درجة الحرارة

7) يتحلل الأوزون الى الاوكسجين تلقائياً عند درجات الحرارة جميعها ؟ $2O_3 \longrightarrow 3O_2$

– = ΔG تلقائي $\Delta G = \Delta H^{-} - T\Delta S^{+}$

– = ΔH باعث (لأن التفاعل تلقائي $- \;=\; - \;<\; -$

دائماً لذلك يجب ان يكون باعث)

+ = ΔS عشوائي (زيادة في عدد المولات) تلقائي في جميع درجات الحرارة

8) بعض الاملاح تذوب في الماء تلقائياً بالرغم من ان عملية ذوبانها تصاحبها امتصاص حرارة ؟

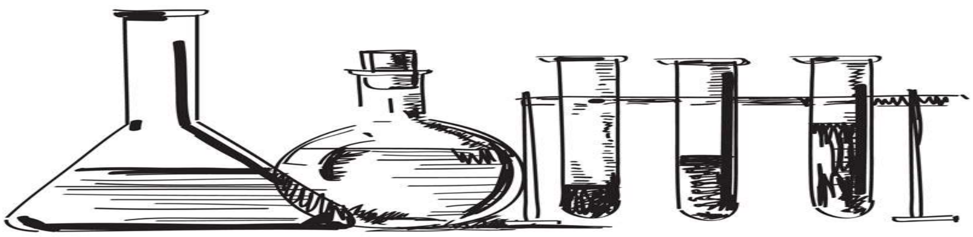
– = ΔG تلقائي $\Delta G = \Delta H^{+} - T\Delta S^{+}$

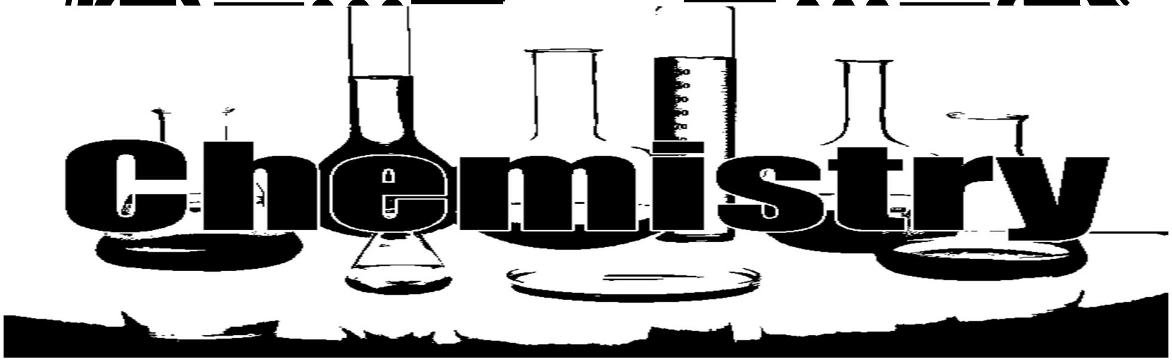
+ = ΔH ماص $- \;=\; + \;<\; -$

+ = ΔS عشوائي

(لأن تحول من صلب الى سائل) $\Delta H < T\Delta S$

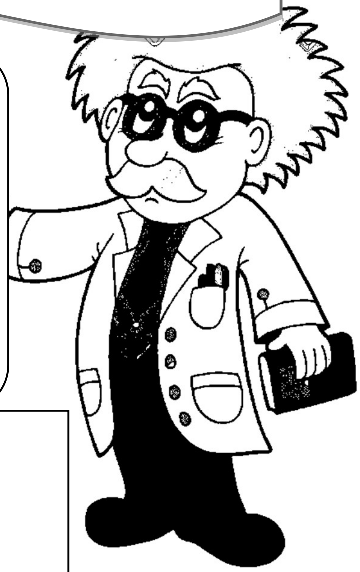
يذوب في الماء بصورة تلقائية برفع درجة الحرارة .





للصف السادس علمي
الفرع التطبيقي

اعداد الأستاذ
مهدي الحسناوي
07807502408



رحلة التفوق في السادس
عطاءٌ بلا حدود

الفصل الثاني
الاتزان الكيميائي

الفصل الثاني / الأتزان الكيميائي

Chemical Equilibrium

التفاعلات غير الأنعكاسية (التامة) // تلك التفاعلات التي تكون بأتجاه واحد حيث يتم استهلاك أحد أو كل المواد المتفاعلة و لا يمكن لنواتج هذا التفاعل تكوين المتفاعلات تحت نفس الظروف و يرمز لهذا التفاعل بسهم واحد مثل :

$$H_2SO_{4(aq)} + NaOH \longrightarrow Na_2SO_4 + H_2O$$

التفاعلات الأنعاكسية // هي تفاعلات تسير بأتجاهين متعاكسين ولاتستهلك فيها جميع المواد المتفاعلة ولنواتجها القدرة على تكوين المتفاعلات ويرمز لها بالرمز $\longleftrightarrow$ (سهمين متعاكسين) مثل :

$$CH_3COOH + CH_3OH \longleftrightarrow CH_3COOCH_3 + H_2O$$

التفاعلات الانعكاسية المتجانسة // هي تفاعلات تكون جميع موادها المتفاعلة والناتجة في طور واحد اما غازي او صلباو محلول . مثل :

(غازي)
$$\underset{(g)}{N_2O_4} \longleftrightarrow \underset{(g)}{2NO_2}$$

(صلب)
$$\underset{(s)}{Zn} + \underset{(s)}{S} \longleftrightarrow \underset{(s)}{ZnS}$$

$$\underset{(aq)}{HCOOH} + \underset{(aq)}{CH_3OH} \longleftrightarrow \underset{(aq)}{HCOOCH_3} + \underset{(aq)}{H_2O}$$

التفاعلات الانعكاسية غير المتجانسة // هي تفاعلات تكون فيها المواد المتفاعلة والناتجة بأطوار مختلفة مثل :

$$\underset{(s)}{CaCO_3} \longleftrightarrow \underset{(s)}{CaO} + \underset{(g)}{CO_2}$$

حالة الاتزان

للتفاعل الاتي

$$N_2 + 3H_2 \underset{Rb}{\overset{Rf}{\longleftrightarrow}} 2NH_3$$

التفاعلات الانعكاسية تسير بأتجاهين

حيث Rf سرعة التفاعل الامامي

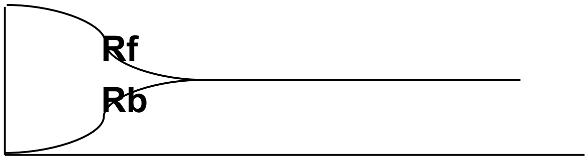
Rb سرعة التفاعل الخلفي

عندما Rf = Rb فأن التفاعل يصل الى حالة الاتزان .

∴ Kf هو ثابت سرعة التفاعل الامامي .

Kb هو ثابت سرعة التفاعل الخلفي .

حالة الاتزان :- حالة توازن ديناميكي حركي وليس استاتيكي ساكن تتساوى فيه سرعة التفاعل الامامي مع سرعة التفاعل الخلفي .



قانون فعل الكتلة ((عند ثبوت درجة الحرارة فأن سرعة التفاعل الكيميائي في اي اتجاه كان تتناسب طردياً مع التراكيز المولارية للمواد المتفاعلة كلاً منها مرفوع الى اس يمثل عدد المولات الموضوع امام كل مادة في المعادلة الموزونة))

عند الاتزان $\frac{Kf}{Kb}$ = Keq ثابت الاتزان

ويمكن حساب ثابت الاتزان :-

1) بدلالة التراكيز المولارية ((KC))

مثال

$$aA + bB \underset{Kb}{\overset{Kf}{\longleftrightarrow}} gG + hH$$

$$Rf = Kf\,[A]^a\,[B]^b$$

$$Rb = Kb\,[G]^g\,[H]^h$$

عدد التوازن $Rf = Rb$

$$Kf\,[A]^a\,[B]^b = Kb\,[G]^g\,[H]^h$$

$$\frac{kf}{kb} = \frac{[G]^g [H]^h}{[A]^a [B]^b}$$

$$KC = \frac{[G]^g [H]^h}{[A]^a [B]^b}$$

∴ KC ثابت الاتزان بدلالة التراكيز المولارية

---

2) بدلالة الضغوط الجزيئية ((Kp))

ثابت الاتزان بدلالة الضغوط الجزيئية :- يمثل حاصل ضرب الضغوط الجزيئية للناتج على حاصل ضرب الضغوط الجزيئية للمتفاعلات كل منها مرفوع الى اس يمثل عدد المولات في معادلة التوازن

$$aA + bB \longleftrightarrow gG + hH$$

$$Kp = \frac{(P_G)^g\,(P_H)^h}{(P_A)^a\,(P_B)^b}$$

∴ Kp ثابت الاتزان بدلالة الضغوط الجزيئية

ملاحظة // تحذف تراكيز المواد الصلبة والسائلة من علاقة ثابت الاتزان لان المواد الصلبة والسائلة النقية تكون تراكيزها ثابتة حتى مع تغير كميتها وتغير الحجم لان النسبة بين كميتها والحجم تبقى ثابتة .

(g) يذكر في Kc , Kp

(s) لايذكر

(L) لايذكر (eq) يذكر في Kc ولايذكر في Kp

مثال // اكتب علاقة Kc , Kp للتفاعلات التالية ؟

1) $2NaHCO_{3(s)} \rightleftharpoons Na_2CO_{3(s)} + H_2O_{(g)} + CO_{2(g)}$

$Kc = [H_2O][CO_2]$

$Kp = P_{H_2O} \; P_{CO_2}$

=======================================

2) $CaCO_{3(s)} \rightleftharpoons CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$

$Kc = [CO_2]$

$Kp = P_{CO_2}$

++

3) $NO_{2(aq)}^- + H_2O_{(L)} \rightleftharpoons HNO_{2(aq)} + OH^-_{(aq)}$

$$Kc = \frac{[HNO_2][OH^-]}{[NO_2^-]}$$

++

4) $2Hg_{(L)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2H_gO_{(s)}$

$Kc = \frac{1}{[O_2]}$ $\qquad$ $Kp = \frac{1}{P_{O2}}$

مثال (1 – 2)

للتفاعل المتزن $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$ وجد ان

0.11 = Kf , 0.05 = Kb احسب Keq

$$Keq = \frac{kf}{kb} = \frac{0.11}{0.05} = 2.2$$

تمرين (1 – 2) تفاعل ما متزن ثابت الاتزان له Keq يساوي 4.24 و ثابت سرعة التفاعل الخلفي Kb يساوي 0.02 احسب ثابت سرعة التفاعل الامامي Kf

وزاري	2014 دور أول	2015 دور أول

الحل

$$Keq = \frac{Kf}{Kb} \Longrightarrow 4.24 = \frac{Kf}{0.02}$$

Kf = 0.0848

مهدي الحسناوي
رحلة التفوق في السادس
عطاء بلا حدود
A .M. Z

تمرين (2 – 2)

اكتب ثوابت الاتزان بدلالة التراكيز المولارية Kc وثوابت الاتزان بدلالة الضغوط الجزيئية Kp للتفاعلات التالية ان امكن :-

1) $2CO_2 \longleftrightarrow 2CO + O_2$

g.   g.   g.

$$Kc = \frac{[CO]^2 [O_2]}{[CO_2]^2} \qquad Kp = \frac{P^2_{CO}\ P_{O_2}}{P^2_{CO_2}}$$

2) $3O_2 \longleftrightarrow 2O_3$

g.   g.

$$Kc = \frac{[O_3]^2}{[O_2]^3} \qquad Kp = \frac{P^2_{O_3}}{P^3_{O_2}}$$

3) $CO + Cl_2 \longleftrightarrow COCl_2$

g.   g.   g.

$$Kc = \frac{[COCL_2]}{[CO][Cl_2]} \qquad Kp = \frac{P_{COCl_2}}{P_{Co}\,P_{Cl_2}}$$

4) $H_2O + C \longleftrightarrow CO + H_2$

g.   S.   g.   g.

$$Kc = \frac{[CO][H_2]}{[H_2O]} \qquad Kp = \frac{P_{CO}\ P_{H_2}}{p_{H_2O}}$$

5) $2ZnS + 3O_2 \longleftrightarrow 2ZnO + 2SO_2$

S.   g.   S.   g.

$$Kc = \frac{[SO_2]^2}{[O_2]^3} \qquad Kp = \frac{P^2_{SO_3}}{P^3_{O_2}}$$

6) $C_6H_5COOH \longleftrightarrow C_6H_5COO^- + H^+$

aq.   aq.   aq.

$$Kc = \frac{[C_6H_5CO\ ^-][H^+]}{[C_6H_5COOH]}$$

7) $2NO_2 + 7H_2 \longleftrightarrow 2NH_3 + 4H_2O$

g.   g.   g.   L.

$$Kc = \frac{[NH_3]^2}{[NO_2]^2 [H_2]^7} \qquad Kp = \frac{P^2_{NH_3}}{P^2_{NO_2}\ P^7_{H_2}}$$

مهدي الحسناوي

رحلة التفوق في السادس
عطاء بلا حدود
A .M. Z

حساب Kc , Kp

1) اذا اعطى فى السؤال قيمة تراكيز أو ضغوط عند الاتزان :

مثال جد قيمة K_{eq} للتفاعل الأتي عند $100\ C^\circ$

اذا علمت أن تراكيز الأتزان

$$N_2O_4\,(g) \longleftrightarrow 2NO_2\,(g)$$

$0.002\ M = [\ N_2O_4\ ]$, $0.017\ M = [\ NO_2\ ]$

الحل // يوجد عند الأتزان تراكيز مولارية

Kc = Keq

$$Kc = \frac{[N_2O_4]}{[NO_2]^2}$$

$$Kc = \frac{(0.002)}{(0.017)^2} = 6.92$$

س / جد قيمة Keq للتفاعل

$$C_2H_2 + 3H_2 \longleftrightarrow 2CH_4$$

اذا علمت ان التراكيز في درجة حرارة معينة عند حصول الأتزان هي :-

$[\ CH_4\ ] = 0.03\ M$, $[\ C_2H_2\ ] = 0.05\ M$, $[\ H_2\ ] = 0.143\ M$

---

2) اذا اعطى فى السؤال تراكيز أو ضغوط اولية :

	N_3 +	$3H_2$ ⟷	$2NH_3$
التراكيز الأبتدائية	A	B	O
التغير في التركيز	- x	-3x	+2x
حالة الأتزان	A – X	B – 3X	0 + 2X

حيث //

A , B تمثل التراكيز الأبتدائية أو الأولية أو ما وضع في الأناء من N_2 , H_2 في بداية التفاعل

(- X) = ما استهلك أو تفكك أو ما نقص من N_2

(- 3X) = ما استهلك أو تفكك أو ما نقص من H_2

(+ 2X) = ما تكون من NH_3 أو ما زاد على NH_3

(A – X) = ماتبقى من N_2 أو تركيز التوازن لـ N_2

(B – 3X) = ماتبقى من H_2 أو تركيز التوازن لـ H_2

(0 + 2X) = تركيز التوازن من NH_3 (الناتج)

ملاحظة // اذا ذكر في السؤال (وضع ، سخن ، ادخل ، مزج ، خلط) فهذا يعني انها تراكيز أو ضغوط ابتدائية و يجب الحل بالفرضية .

مثال (2 – 3) للتفاعل الاتي خلط 0.5 M من H_2 و I_2 في وعاء حجمه لتر وبدرجة حرارة 340 C° حتى وصل التفاعل الى حالة الاتزان فوجد ان Kc = 25 .
اوجد تراكيز الخليط عند التوازن ؟

الحل //

$$H_2 + I_2 \longleftrightarrow 2HI$$

	(g)	(g)	(g)
قبل التفاعل	0.5	5.0	0
التغير في التراكيز	-X	-X	+2X
الاتزان	0.5 - X	0.5 – X	0 + 2X

$$Kc = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]} = \frac{[2X]^2}{[0.5-X]^2}$$

$$25 = \frac{(2X)2}{(0.5-X)2}$$ بجذر الطرفين $$\Longrightarrow 5 = \frac{2X}{0.5-X}$$

$$5 = \frac{2X}{0.5-X}$$

$$2.5 - 5X = 2X \Longrightarrow 2.5 = 2X + 5X$$

$$2.5 = 7X$$

∴ $X = 0.35$ M

ثم نعوض قيمة X للحصول على تراكيز الاتزان

[H_2] = 0.15 M , [I_2] = 0.15 M , [HI] = 0.7 M

تمرين "2 – 3" //

للتفاعل الاتي $H_2 + Br_2 \longleftrightarrow 2HBr$ وضع في اناء حجمه لتر واحد 0.4 mol من كل من H_2 , Br_2 وبدرجة حرارة 425 C° . احسب تراكيز خليط الاتزان علماً ان Kc = 0.25 ؟

الحل //

$$H_2 + Br_2 \longleftrightarrow 2HBr$$

قبل التفاعل	0.4	0.4	0
التغير في التركيز	-X	-X	+2X
الاتزان	0.4 – X	0.4 – X	0+2X

$$M = \frac{n}{v} = \frac{0.4}{1} = 0.4\ M$$

$$Kc = \frac{[HBr]^2}{[H_2][Br_2]}$$

$$Kc = 0.25 = \frac{(2X)^2}{(0.4-X)^2}$$ بالجذر

$$0.5 = \frac{2X}{0.4-X}$$

$$2X = 0.2 - 0.5X$$

$$2X + 0.5X = 0.2$$

$$2.5X = 0.2$$

∴ X = 0.08 mol

بتعويض قيمة X نحصل على تراكيز الاتزان

[H_2] = 0.32 mol , [Br_2] = 0.32 mol , [HBr] = 0.16 mol

مهدي الحسناوي

مثال (2 – 2) في احدى التجارب العملية ادخل (0.625 mol) من غاز N_2O_4 في وعاء سعته (5L) فتفكك الغاز حسب التفاعل الاتي :

$$N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$$

وبدرجة حرارة معينة وعند وصول التفاعل الى حالة التوازن وجد ان تراكيز [N_2O_4] المتبقي = 0.025 mol / L , احسب قيمة Kc لهذا التفاعل ؟

الحل //

الحجم 5L = V

$M = \frac{n\ mol}{VL}$

$M = \frac{0.625}{5}$

M = 0.125 mol / L

المتبقي من N_2O_4 = 0.025

0.025 = 0.125 – X

∴ X = 0.1 mol / L

2016 تمهيدي وزاري

$$N_2O_{4\,(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2\,(g)}$$

	N_2O_4	$2NO_2$
بداية التفاعل	0.125	0
تغير في التركيز	-X	0+2 X
اتزان	0.125 – X	0+2 X
	(0.025)	(0.2)

$Kc = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]}$

$Kc = \frac{(0.2)^2}{(0.025)}$

$Kc = \frac{0.04}{0.025}$ Kc = 1.6

مثال (2 – 4) للتفاعل الغازي $2SO_3 \rightleftharpoons 2SO_2 + O_2$ في وعاء حجمه لتر واحد . وجد ان الضغط الجزئي لغاز SO_3 قبل تفككه = 3 atm عند درجة حرارة معينة بلغ التفاعل حالة التوازن فوجد ان الضغط الكلي لخليط الغازات يساوي 4 atm , احسب Kp للتفاعل عند الاتزان ؟

الحل //

$$2SO_3 \rightleftharpoons 2SO_2 + O_2$$

	$2SO_3$	$2SO_2$	O_2
الضغوط الابتدائية	3	0	0
التغير في الضغط	-2X	+2X	+X
حالة الاتزان	3-2X	0+2X	0+X

الضغط الكلي عند الاتزان = مجموع الضغوط الجزئية

$P_T = P_{SO_3} + P_{SO_2} + P_{O_2}$

4 = (3 – 2 X) + (2X) + (X)

4 = 3 + X

X = 1 atm

بتعويض قيمة X نحصل على ضغوط الاتزان)

∴ P_{SO_3} = 3 – 2 X = 3 – 2 X 1 = 1 atm

P_{SO_2} = 2 X = 2 atm

P_{O_2} = X = 1 atm

$∴ Kp = \frac{P^2_{SO_2}\ P_{O_2}}{P^2_{SO_3}} = \frac{(2)^2\,(1)}{(1)^2}$

∴ Kp = 4

تمرين (2 – 4) التفاعل $2CO + O_2 \longleftrightarrow 2CO_2$ وضع في اناء حجمه لتر (0.8 mol) من غاز CO_2 بدرجة حرارة معينة فوصل التفاعل الى حالة التوازن وقد وجد ان نصف الكمية قد تفككت , احسب Kc للتفاعل ؟

(V = 1L)

2014
دور ثالث

	$2CO_2$	$\longleftrightarrow$	$2CO$	$+ O_2$
التراكيز الابتدائية	8.0		0	0
التغير في التراكيز	-2X		+2X	+X
حالة الاتزان	(0.8 – 2X)		(0+2X)	(0+X)
	4.0		0.4	0.2

التركيز الابتدائي لـ CO_2 = 0.8

المتفكك = نصف الكمية الابتدائية = 0.4 M

المتفكك = 2X = 0.4

∴ X = 0.2 M

$$Kc = \frac{[CO]^2[O_2]}{[CO_2]^2}$$

$$Kc = \frac{(0.4)^2(0.2)}{(0.4)^2} \Longrightarrow Kc = 0.2$$

العلاقة بين الطاقة الحرة ΔG و ثابت الأتزان K

$$aA + bB \longleftrightarrow gG + hH$$

للتفاعل الاتي يمكن الربط بين ΔG , ΔG° بالعلاقة التالية

$$\Delta G = \Delta G^\circ + RT\,L_n \frac{[G]^g[H]^h}{[A]^a[B]^b}$$

عند الوصول الى حالة الاتزان تكون قيمة ΔG = 0

تصبح العلاقة

$$\Delta G^\circ = -RT\,LnKeq$$

حيث : ΔG = الطاقة الحرة بـ (J) .

ΔG° = الطاقة الحرة القياسية

R = ثابت الغازات 8.3 j / mol

T = درجة الحرارة (K)

ملاحظة // كلما زادت قيمة ثابت الاتزان كانت قيمة ΔG° سالبة اي ان التفاعل يصبح تلقائياً .

مثال (2 – 5) اذا علمت ان ΔG° للتفاعل التالي $CCl_4 + H_2 \longleftrightarrow HCl + HCl_3$

L. g. g. L.

تساوي (-104 KJ / mol) عند درجة $25\ C^\circ$ وضغط (1 atm) احسب ثابت الاتزان Keq عند درجة $25\ C^\circ$ وضغط (1 atm) ؟

الحل //

$T = 25 + 273 = 298\ K$

$R = 8.3\ J / mol$

$\Delta G^\circ = -104\ KJ / mol$ نحول الوحدات

$\Delta G^\circ = -104 \times 1000$

$\Delta G^\circ = -104000\ J / mol$

$\Delta G^\circ = -RT \ln Keq$

$104000 = -8.3 \times 298 \ln Keq$

$Keq = 1.7 \times 10^{18}$

$\therefore$ التفاعل تلقائي لان قيمة Keq كبيرة جداً .

تمرين (2 – 5) احسب ثابت الاتزان Kp للتفاعل التالي عند درجة حرارة $25\ C^\circ$ وضغط 1atm $2H_2O \longleftrightarrow 1H_2 + O_2$ اذا علمت ان الطاقة الحرة القياسية للتكوين

L. g. g.

ΔG°_f للماء $= -237$ KJ / mol وبين هل يحدث هذا التفاعل تلقائياً في درجة حرارة $25\ C^\circ$ ؟

الحل //

$\Delta G^\circ_r = -\sum \Delta G^\circ_f (p) - \sum \Delta G^\circ_f (R)$

$\Delta G^\circ_r = (0 + 0) - (2 \times 237)$

$\Delta G^\circ_r = +474\ KJ / mol$

$\Delta G^\circ_r = RT \ln Kp$

$+474 \times 1000 = -(8.314 \times 298) \ln Kp \Longrightarrow \ln Keq = -191.3$

$\therefore Kp = 1.2 \times 10^{-84}$ التفاعل غير تلقائي

رحلة التفوق في السادس
عطاء بلا حدود
A .M. Z

قاعدة – لوشاتليه Le Chatelier's Principle

نص القاعدة ((اذا اثر مؤثر خارجي مثل تغير التركيز او الحجم او الضغط او درجة الحرارة على تفاعل ما في حالة اتزان فأن هذا التفاعل يتجه بالاتجاه الذي يقلل من تأثير ذلك المؤثر ليصل التفاعل الى حالة اتزان جديدة)) .

العوامل المؤثرة على حالة الاتزان :-

1) التغير في التركيز .   3) التغير في درجة الحرارة .
2) التغير في الضغط او حجم الاناء .

اولاً :- التغير في التركيز

1) الاضافة // الاضافة توجه التفاعل بأتجاه عكس الاضافة للتخلص من الزيادة الحاصلة والعودة للاتزان

مثال // اضافة كمية من A $A \longleftrightarrow B$

نوجه التفاعل بالاتجاه   نحو النواتج

اضافة كمية من B

نوجه التفاعل بالاتجاه   نحو المتفاعل

2) السحب // سحب كمية من النواتج او المتفاعلات يوجه التفاعل باتجاه السحب لتعويض النقص الحاصل بالتركيز والعودة للاتزان

مثال // سحب كمية من C $C \longleftrightarrow D$

يوجه التفاعل بالاتجاه   نحو المتفاعلات

سحب كمية من D

يوجه التفاعل بالاتجاه   نحو النواتج

مثال // في تفاعل ابر (طريقة تحضير الأمونيا) بين تأثير ما يأتي :- $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \longleftrightarrow 2NH_{3(g)}$

1) اضافة كمية من المتفاعلات (H_2 , N_2) .

يتجه التفاعل (نحو تكوين NH_3) للتخلص من الزيادة الحاصلة في المتفاعلات و العودة للأتزان . (حسب لو – شاتليه) .

2) اضافة كمية من النواتج (NH_3)

يتجه التفاعل (نحو المتفاعلات) للتخلص من تركيز الأمونيا الزائد و العودة للأتزان حسب لو – شاتليه .

3) سحب كمية من المتفاعلات (N_2 , H_2)

يتوجه التفاعل نحو المتفاعلات لتعويض النقص الحاصل في تراكيز المتفاعلات والعودة للأتزان .

4) سحب كمية من النواتج (NH_3)

يتجه التفاعل نحو النواتج لتعويض النقص الحاصل في الامونيا والعودة الى حالة التوازن .

ثانياً :- التغير في الضغط او حجم الاناء

1) ان زيادة الضغط توجه التفاعل نحو الحجوم الاقل (المولات الاقل في المعادلة الموزونة)

2) ان تقليص حجم اناء التفاعل يعتبر (زيادة في الضغط) ويوجه التفاعل نحو الحجوم الاقل (المولات الاقل)

3) ان تقليل الضغط يوجه التفاعل نحو الحجوم الاكبر (المولات الاكبر في المعادلة الموزونة)

4) ان زيادة حجم الاناء تعتبر (تقليلاً في الضغط) وتوجه التفاعل نحو الحجوم الاكبر (المولات الاكبر) .

ملاحظة // اذا تساوت الحجوم في المعادلة ($\Delta ng = 0$) فالتفاعل متوازن ولاتأثير للضغط .

اذا كانت (Δng) تساوي (1-) فأن ذلك يعني ان حجم النواتج اقل (مولات النواتج اقل)

اذا كانت (Δng) تساوي (1+) فأن ذلك يعني ان حجم المتفاعلات اقل (مولات المتفاعلات اقل)

مثال // التفاعل الاتي بين تأثير زيادة الضغط على حالة الاتزان $2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftarrows 2SO_{3(g)}$

32 22

الحل // زيادة الضغط ترجح التفاعل نحو الحجوم الاقل (المولات الاقل) اي نحو النواتج .

مثال // بين تأثير تقليل الضغط (زيادة حجم الاناء) على التفاعل الاتي :- $2NO_{2(g)} \rightleftarrows 2NO_{(g)} + O_{2(g)}$

22 23

الحل // تقليل الضغط او زيادة حجم الاناء يرجح التفاعل نحو الحجوم الاكبر (المولات الاكبر) نحو النواتج .

مثال // التفاعل الاتي وضح تأثير زيادة الضغط على حالة الاتزان

$$C_{(s)} + O_{2(g)} \rightleftarrows CO_{2(g)}$$

$\Delta ng = 0$ (مولات المادة الصلبة غير محسوبة)

∴ لا تأثير على زيادة الضغط على حالة الاتزان لتساوي الحجوم

مثال // تفاعل متزن Δng له تساوي (1-) بين تأثير تقليص حجم الاناء على حالة الاتزان ؟

∴ $\Delta ng = -1$ اذن مولات النواتج اقل

∴ تقليص حجم الاناء (زيادة) الضغط يرجح التفاعل نحو الحجوم الاقل اي ان التوازن يزاح بالاتجاه الامامي نحو النواتج ذات الحجوم الاقل .

زورونا على مواقع التواصل الاجتماعي
رحلة التفوق في السادس

ثالثاً :- تغير درجة الحرارة

ΔH = + التفاعل ماص للحرارة
(تكتب الطاقة في طرف المتفاعلات)

ΔH = - التفاعل باعث للحرارة
(تكتب الطاقة في طرف النواتج)

1) عند رفع درجة الحرارة (التسخين) تزداد سرعة التفاعل الماص للحرارة (لامتصاص الحرارة الزائدة في التفاعل والعودة الى حالة الاتزان من جديد)

2) عند خفض درجة الحرارة (التبريد) تزداد سرعة التفاعل الباعث للحرارة (لتعويض النقص الحاصل في حرارة التفاعل والعودة للاتزان من جديد)

مثال // التفاعل التالي $CaO_{(s)} + CO_{2(g)} \rightleftarrows CaCO_{3(s)}$ + طاقة بين تأثير ما يأتي على الاتزان

1) زيادة درجة الحرارة
2) تبريد التفاعل

الحل // ∴ الطاقة مكتوبة في طرف المتفاعلات
∴ التفاعل ماص للحرارة

$$\underset{s.}{CaCO_3} + \text{طاقة} \underset{\text{باعث}}{\overset{\text{ماص}}{\rightleftarrows}} \underset{s.}{CaO} + \underset{g.}{CO_2}$$

1) زيادة درجة الحرارة :- ترجح التفاعل نحو النواتج بالاتجاه الماص للحرارة للتخلص من الزيادة في درجة الحرارة

2) تبريد التفاعل :- يترجح التفاعل نحو المتفاعلات بالاتجاه الباعث للحرارة للتعويض النقص الحاصل في درجة الحرارة .

مثال // بين تأثير التبريد على حالة التوازن للتفاعل التالي

$$2CO + O_2 \underset{\text{ماص}}{\overset{\text{باعث}}{\rightleftarrows}} 2CO_2 + \text{طاقة}$$

الطاقة مكوتبة في طرف النواتج
∴ التفاعل باعث للحرارة
ان تبريد التفاعل يرجح التفاعل نحو النواتج بالاتجاه الباعث للحرارة لتعويض نقص الحرارة .

مهدي الحسناوي

تأثير اضافة العامل المساعد

لايؤثر العامل المساعد على حالة الاتزان ولا على قيمة Keq لانه يزيد من سرعة التفاعل الامامي والخلفي في نفس الوقت ويغير من طاقة التنشيط والمسلك لذا فأن الزمن اللازم للوصول الى حالة توازن يكون اقل بوجود العامل المساعد .

العوامل المؤثرة في قيمة ثابت الاتزان

ان قيمة ثابت التوازن Keq لا تتأثر او تتغير الا بتغير درجة الحرارة .
اي ان عوامل التركيز والضغط والعامل المساعد ليس لها اي تأثير على قيمة ثابت التوازن .
وان درجة الحرارة تؤثر على قيمة ثابت التوازن على النحو الاتي :-

1) اذا ترجح التفاعل نحو النواتج سواء بالتسخين او التبريد فأن تركيز النواتج يزداد وبالتالي تزداد قيمة Keq
2) اذا ترجح التفاعل نحو التفاعلات سواء بالتسخين او التبريد فأن تركيز النواتج يقل وبالتالي تقل قيمة Keq

حيث ان قيمة Keq تتناسب طردياً مع تراكيز النواتج لان $Keq = \frac{[P]}{[R]}$

أهمية ثابت الأتزان Kp , Kc

يمكن معرفة اتجاه التفاعل من قيم ثابت الأتزان فالقيمة العالية لثابت الأتزان تعني نسبة مئوية عالية للنواتج مقارنة بالمتفاعلات فمثلاً تفاعل غاز الأوكسجين مع النتروجين و اللذان يعتبران المكون الأساسي للهواء كما في المعادلة $N_2 + O_2 \longleftrightarrow 2NO$

فلماذا لا يقل تركيزهما في الهواء (علل)

لأن قيمة ثابت الأتزان لهذا التفاعل تساوي $4 * 10^{-31}$ قيمة صغيرة جداّ مما يعني ان هذا التفاعل ينزاح نحو المتفاعلات او قد لا يحدث لذلك تبقى نسب الغازين ثابتة في الهواء ما , لذلك فأن هذا التفاعل ماص للحرارة ($\Delta H = +$) لذلك يحتاج قاعدة عالية لكي يحدث فمن الضروري المحافظة على درجة حرارة الأرض من الأرتفاع (الأحتباس الحراري) حتى لايتكون غاز No وكذلك غاز Co وذلك بتطوير المخفرات الحرارية و التي نعلل من غاز CO_2 الناتج من الأحتراق

زورونا على مواقع التواصل الاجتماعي
رحلة التفوق في السادس

أهمية قاعدة لو - شاتليه صناعياً

في طريقة التلامس لتحضير حامض الكبريتيك H_2SO_4 و التي تتضمن عدة خطوات :-

1) احتراق الكبريت في الهواء عند $1000\ C^{\circ}$ لتكوين SO_2 $S + O_2 \longrightarrow SO_2$

2) تفاعل جزيء من الهواء مع SO_2 لتكوين SO_3 بوجود لوكسيد الفناديوم عامل مساعد U_2O_5

$$\underset{g}{2SO_2} + O_2 \longleftrightarrow \underset{g}{2SO_3}$$

3) امتصاص SO_3 بإضافة H_2SO_4 المركز فيتكون حامض الكبريتيك الداخن

$$\underset{g}{SO_3} + \underset{L}{H_2SO_4} \longrightarrow \underset{g}{H_2S_2O_7}$$

4) إضافة الماء لتكوين حامض الكبريتيك بالتركيز المطلوب

$$\underset{g}{H_2S_2O_7} + \underset{L}{H_2O} \longrightarrow \underset{L}{2H_2SO_4}$$

نلاحظ ان الخطوة الثانية هي تفاعل اتزان لذلك يمكن زيادة المنتوج من خلال

1) ادخال كمية هائلة من الهواء :- حيث سوف ينزاح الأتزان نحو النواتج (عكس الأضافة)

2) إزاحة SO_3 المتكون :- لا يفضل إضافة الماء مباشرة لازاحة SO_3 لأنه سوف يتكون ضباب من H_2SO_4 لا يمكن تكثيفه لتحويله الى سائل كما ان الخامض المتكون يتعبر مصدراً للتلوث لذلك يجب إضافة H_2SO_4 اولاً ثم إضافة الماء

3) تبريد التفاعل :- بما ان التفاعل باعث للحرارة لذلك يجب تبريد التفاعل للحصول على مزيد من المنتوج

4) زيادة الضغط :- عند زيادة الضغط ينزاح نحو النواتج فيزداد SO_3 , لكن الضغوط العالية غير مجدية اقتصادياً بطريقة التلامس .

يمكن استخدام الطاقة الناتجة من احتراق الكبريت ($1000\ C^{\circ}$) كمصدر للطاقة في أغراض كيميائية .

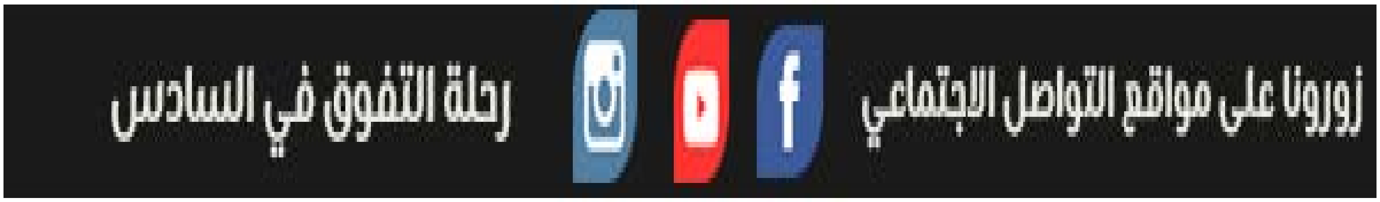
تمرين 6 اقترح بصفتك مهندس كيميائي في شركة كيميائية كيف يمكن زيادة انتاج ايثانوات الأثيل بتغيير التركيز في التفاعل التالي

$$CH_3COOH + C_2H_5OH \longleftrightarrow CH_3COOC_2H_5 + H_2O$$

الجواب // 1) السحب المستمر من النواتج (ايثانوات الاثيل)

2) الإضافة المستمرة للمتفاعلات (كحول الاثيل و حامض الخليك)

مهدي الحسناوي



تمرين (7 – 2) التفاعل الغازي المتزن $2O_3 \longleftrightarrow 3O_2$

$\Delta H = 428\ kj/mol$ ما تأثير كل من العوامل الآتية على حالة التوازن و ثابت التوازن

وزاري
2014
دور اول

1) زيادة الضغط بأنقاص حجم الأناء ؟
2) اضافة مزيد من O_2 الى النظام ؟
3) خفض درجة الحرارة ؟
4) اضافة عامل مساعد ؟

الحل // $\Delta H = +428$ التفاعل ماص للحرارة

$$2O_3 \underset{\text{باعث}}{\overset{\text{ماص}}{\longleftrightarrow}} 3O_2$$

1) زيادة الضغط بتقليل الحجم يوجه التفاعل بأتجاه النواتج نحو الحجوم الأقل (المولات الأقل) و قيمة ثابت الأتزان لا تتأثر .
2) اضافة كمية من O_2 يوجه التفاعل بأتجاه النواتج للتخلص من الزيادة في كمية O_2 و العودة بالنظام الى حالة اتزان و ثابت الأتزان لا يتأثر .
3) عند خفض درجة الحرارة يترجح بأتجاه المتفاعلات الباعث للحرارة لتعويض النقص في درجة الحرارة و تركيز النواتج يقل لذا فأن قيمة ثابت الأتزان تقل ايضاً لأنها تتناسب تناسب طردي مع النواتج .
4) اضافة عامل مساعد لا يؤثر على حالة الأتزان و لا على قيمة ثابت الأتزان و لكنه يزيد من سرعة التفاعل .

تمرين (8 – 2) يصل مزيج الغازات C_2H_4 , H_2 , C_2H_6 الموضوعة في وعاء مغلق عند $25C^\circ$ الى حالة الأتزان كما في التفاعل الأتي :-

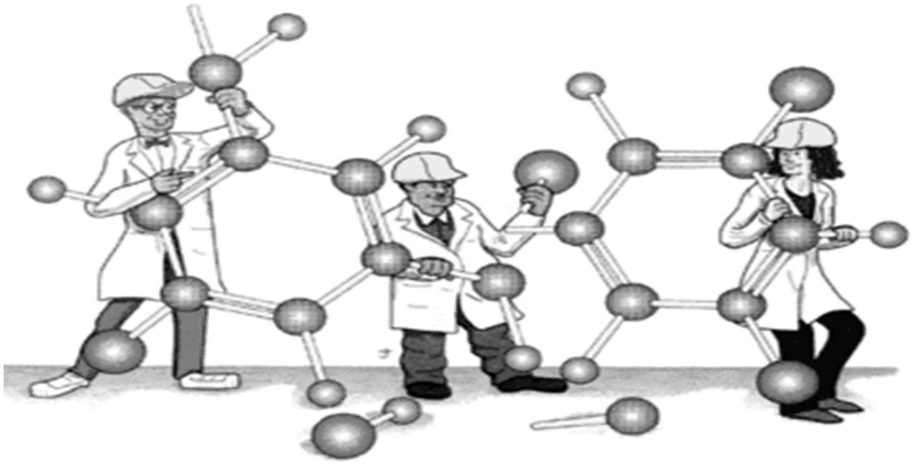
$$C_2H_4 + H_2 \longleftrightarrow C_2H_6 + 137\ kj / mol$$

صف عدد من الاجراءات التي تؤدي لرفع كمية C_2H_6 الناتجة من التفاعل ؟

الحل // التفاعل باعث للحرارة

$$C_2H_4 + H_2 \longleftrightarrow C_2H_6$$

1) اضافة كمية من المتفاعلات .
2) سحب كمية من الناتج .
3) تبريد التفاعل .
4) زيادة الضغط .



زورونا على مواقع التواصل الاجتماعي رحلة التفوق في السادس

المفاهيم الأساسية

الاتزان الكيميائي Chemical Equilibrium : حالة اتزان ديناميكي (حركي) وليست حالة اتزان استاتيكي (ساكن) تصل اليها اغلب التفاعلات الانعكاسية عندما تصبح معدل سرعة التفاعل بكلا الاتجاهين متساوية فتكون تراكيز المواد الناتجة و المتفاعلة عندها ثابتة دون تغير , مالم يحدث أي تغيير على الظروف التي يتم عندها التفاعل , لذا يبدو التفاعل في تلك الحالة قد توقف

التفاعلات غير الانعكاسية Irreversible Reaction : التفاعلات الكيميائية التي يتم فيها عند ظروف معينة من استهلاك تام لأحد او جميع المواد المتفاعلة , و لا يكون للمواد الناتجة عند ظروف التفاعل نفسها القدرة على ان تتفاعل لتكوين المواد التي تكونت منها .

التفاعلات الانعكاسية Reversible Reactions : التفاعلات الكيميائية التي يتم فيها تحويل المواد المتفاعلة الى نواتج في بداية التفاعل , ويكون للمواد الناتجة المقدرة على ان تتفاعل مع بعضها لتكوين المواد التي تكونت منها مرة أخرى .

التفاعلات الانعكاسية المتجانسة Reversible Homegenous Reactions :
التفاعلات التي تكون فيها المواد المتفاعلة و الناتجة جميعها في طور واحد .

التفاعلات الانعكاسية غير المتجانسة Reversible Heterogenous Reactions :
التفاعلات التي تكون فيها المواد المتفاعلة و الناتجة في اكثر من طور واحد .

قانون فعل الكتلة Law Of Mass Action : عند ثبوت درجة الحرارة فأن سرعة التفاعل الكيميائي تتناسب طردياً مع التراكيز المولارية للمواد المتفاعلة كلاً منها مرفوع الى اس يمثل عدد المولات الموضوع امام كل مادة في المعادلة الكيميائية الموزونة .

ثابت الاتزان K_C Equilibrium Constant : حاصل ضرب التراكيز المولارية للمواد الناتجة عند حالة الاتزان مقسوماً على حاصل ضرب التراكيز المولارية للمواد المتفاعلة عند الاتزان كلاً منها مرفوع لأس عدد مولاتها في معادلة التفاعل موزونة .

ثابت الاتزان K_P Equilibrium Constant : حاصل ضرب الضغوط الجزئية للمواد الناتجة عند حالة الاتزان مقسوماً على حاصل ضرب الضغوط الجزئية للمواد المتفاعلة عند الاتزان كلاً منها مرفوع لأس عدد مولاتها في معادلة التفاعل موزونة .

قاعدة لو شاتليه Le Chatelier's Principle : اذا اثر مؤثر خارجي مثل تغير التركيز او الحجم او الضغط او درجة الحرارة على تفاعل ما في حالة الاتزان فأن هذا التفاعل يتجه بأتجاه الذي يقلل من تأثير ذلك المؤثر ليصل التفاعل الى حالة اتزان جديدة .

زورونا على مواقع التواصل الاجتماعي
رحلة التفوق في السادس

حل أسئلة الفصل الثاني

س2 // أملأ الفراغات في الجمل التالية بما يناسبها ؟

1) في التفاعل المتزن الأتي $2NH_3 + 92\ kj \overset{\text{باعث}}{\underset{\text{ماص}}{\longleftrightarrow}} N_2 + 3H_2$
فأن خفض درجة الحرارة يؤدي الى زيادة تراكيز المواد **الناتجة** .

2) اذا كانت قيمة ثابت الأتزان Kc لنظام متزن عند $500\ C^{\circ}$ تساوي 2×10^{-15} و قيمته عند $200\ C^{\circ}$ تساوي 4×10^{-12} فأن ذلك يدل على أن التفاعل **باعث** للحرارة .

3) في التفاعل الأتي $CH_3OH + 91\ kj \longleftrightarrow CO + 2H_2$ عندما يضاف الهيدروجين الى هذا النظام المتزن فأن حرارة التفاعل **تزداد** .

4) في التفاعلات الأنعاكسية الباعثة للحرارة يزاح موضع الأتزان نحو تكوين المواد المتفاعلة في التفاعل عند **رفع** درجة الحرارة .

5) في التفاعل المتزن $2CO_{(g)} \longleftrightarrow CO_{2(g)} + C_{(s)}$ فأن **تقليل** الضغط يزيد من استهلاك غاز CO_2 .

6) في التفاعل المتزن $2NO \longleftrightarrow N_2 + O_2 + 180\ kj$ فأن رفع درجة الحرارة لأثناء التفاعل يعمل على **زيادة** قيمة *Kc* للتفاعل .

7) التغير بـ **الضغط** لا يؤثر على حالة الاتزان للتفاعل المتزن الأتي $2NO \longleftarrow N_2 + O_2 + 18\ kj$

8) للتفاعل المتزن $2HCl$ + طاقة $\longleftrightarrow Cl_2 + H_2$ يمكن زيادة تركيز HCl الناتج عند **خفض** درجة الحرارة .

9) في التفاعل المتزن الأتي $2NO_{2(g)} \longleftrightarrow N_2O_{4(g)}$ و بدرجة حرارة معينة اذا كانت قيمة Kp للتفاعل = 3 و الضغط الجزئي لغاز NO_2 يساوي 3 فأن الضغط الجزئي لغاز N_2O_4 يساوي **3**

$$\mathbf{Kp} = \frac{P_{NO_2}{}^2}{P_{N_2O_4}} \Rightarrow 3 = \frac{(3)^2}{X} \Rightarrow \mathbf{x = 3\ atm}$$

10) في التفاعل المتزن الأتي $2N_{2(g)} + 6H_2O_{(L)} \longleftrightarrow 4NH_{3(g)} + 3O_{2(g)}$
بدرجة حرارة معينة وجد أن Kc للتفاعل = 1×10^{28} فهذا يدل على أن موضع الأتزان يقع في اتجاه تكوين **المواد الناتجة**

11) عند رفع الضغط الكلي على حالة اتزان لتفاعل فيه عدد المولات للغازات المتكونة اصغر من عدد مولات الغازات المتفاعلة فأن موضع الأتزان ينحرف بأتجاه **المواد الناتجة** .

12) العلاقة بين ثابت الأتزان Kc و تراكيز النواتج علاقة **طردية** .

(13) تفاعل متزن ثابت اتزانه $Kc = 4$ فعند سحب النواتج من خليط الأتزان فأن ثابت الأتزان **لا يتأثر**.

(14) يترجح التفاعل **الخلفي** لتفاعل متزن ماص للحرارة عند تبريد اناء التفاعل .

(15) في التفاعلات الماصة للحرارة و التي هي في حالة اتزان ديناميكي تزداد تراكيز المواد الناتجة عند **رفع** درجة الحرارة .

س3// يتفكك غاز N_2O_4 الى NO_2 في اناء مغلق حجمه لتر واحد و كان ضغط الغاز قبل التفكك 2atm و بدرجة حرارة معينة وصل التفاعل الى حالة الاتزان فوجد ان الضغط الكلي لخليط الاتزان = 3atm احسب Kp للتفاعل ؟

الحل //

$$N_2O_4 \longleftrightarrow 2NO_2$$

	N_2O_4	$2NO_2$
ابتدائية	2	0
تغير	-x	+2x
اتزان	2 – x	2x
	2 – 1	
	1	2

v = 1L

M = n

$P_T = P_{N_2O_4} + P_{NO_2}$

$3 = 2 – X + 2x$

$3 = 2 + X$

$X = 1$ atm

$$Kp = \frac{P^2\, NO_2}{P_{N_2O_4}}$$

$$= \frac{(2)^2}{1} = 4$$

س 4 // اختر الجواب الصحيح :-

1) التفاعل المتزن $CO_{2(g)} + CaO_{(s)} \longleftrightarrow CaCO_{3(s)}$ يتم في وعاء مغلق فأن كمية $CaCO_3$ تزداد عندما :-

أ- تزال كمية من غاز CO_2 من التفاعل عند الأتزان .

ب- يزداد الضغط الكلي . (√)

ج- تضاف كمية من CaO الى خليط الأتزان .

د- كل الأجابات السابقة خاطئة .

2) التفاعل المتزن $2IF_{(g)} \longleftrightarrow I_{2(g)} + F_{2(g)}$ ثابت الأتزان Kc يساوي 1×10^6 بدرجة حرارة 200 K فأذا كان الضغط الجزئي عند الأتزان (0.2 atm) لغاز IF و (4×10^{-3} atm) لغاز F_2 فأن الضغط الجزئي لغاز I_2 يساوي :-

أ- 5×10^4 atm .

ب- 1×10^{-5} atm . (√) حل

ج- 1×10^5 atm .

د- كل الأجابات السابقة خاطئة .

س 5 // علل ما يأتي :-

1) في التفاعل الافتراضي المتزن طاقة + B ⟷ A لاتتغير حرارة اناء التفاعل عند زيادة الضغط الكلي
g.   g.

ج/ لتساوي الحجوم على طرفي التوازن (تساوي المولات)   ∴ لاتأثير لزيادة الضغط على التفاعل .

2) قيمة ثابت الاتزان للتفاعلات الغير انعكاسية تكون كبيرة جداً .

ج // لان التفاعلات الغير انعكاسية هي تفاعلات تامة تسير بأتجاه واحد ويتم فيها تحول جميع المتفاعلات الى نواتج لذا تصبح تراكيز النواتج كبيرة وتراكيز المتفاعلات تكاد تكون معدومة وعند حساب ثابت الاتزان بقسمة النواتج على صفر تقريباً نحصل على كمية غير معرفة لذا تكون Keq كبيرة جداً .

3) يعتبر التفاعل باعث للحرارة اذا انخفضت قيمة Kc للتفاعل عند زيادة درجة الحرارة للتفاعل؟

ج// ان زيادة درجة الحرارة (التسخين) يرجح التفاعل الماص للحرارة وبما ان Kc للتفاعل قد انخفضت بالتسخين اذن التفاعل العكسي الماص للحرارة ترجح بالتسخين مما ادى الى تقليل تركيز النواتج فقلت Kc

∴ التفاعل باعث للحرارة   A ⟷ B

4) قيمة Kc تزداد عند رفع درجة حرارة التفاعل في حالة التفاعلات الماصة للحرارة ؟

ج) في التفاعلات الماصة للحرارة

$$A \underset{\text{باعث}}{\overset{\text{ماص}}{\longleftrightarrow}} B$$

عند التسخين يترجح التفاعل الأمامي نحو النواتج (الماص للحرارة) فيزداد تركيز النواتج فتزداد قيمة Kc لأن قيمة Kc تتناسب طردياً مع تركيز النواتج .

5) تتوقف بعض التفاعلات تماماً بينما تظهر تفاعلات اخرى و كأنها متوقفة ؟

ج/ تتقف بعض التفاعلات تماماً اذا كانت تفاعلات تامة غير انعكاسية عندما تستهلك فيها احدى المواد المتفاعلة أو جميعها فأنها تتوقف تماماً , اما التفاعلات التي تبدو و كأنها متوقفة فهي التفاعلات الأنعكاسية التي تتساوى فيها سرعة التفاعل الأمامي مع سرعة التفاعل الخلفي عند الأتزان ولا تستهلك فيها المتفاعلات

6) لا يمكن إضافة الماء مباشرة لأزاحة SO_3 في برج التلامس

ج/ لا يمكن استخدام الماء مباشرة لأمتصاص SO_3 حيث عند خلطهما يتكون ضباب من H_2SO_4 لا يمكن تكثيفه و تحويله الى سائل بسهولة كما ان الحامض الضبابي المتكون يعتبر مصدراً خطيراً للتلوث لذا يضاف حامض الكبريتيك ثم الماء .

س6 // ثابت الاتزان لتفاعل ما عند 25C° يساوي $1 * 10^{-5}$ و ΔSr° للتفاعل نفسه يساوي -0.5 kj/k.mol احسب ΔHr° للتفاعل ؟

الحل //

$$\Delta Gr^\circ = -RTLnKeq$$
$$= -8.3 * 298 \text{ Ln } 10^{-5}$$
$$= -8.3 * 298 * (-5) \text{ ln } 10$$
$$= -8.3 * 298 * (-5)\ 2.3$$
$$= +28444 \text{ J}$$
$$= 28.444 \text{ Kj}$$
$$\Delta Gr^\circ = \Delta Hr^\circ - T\Delta Sr^\circ$$
$$28.444 = \Delta Hr^\circ - 298 * (-0.5)$$
$$\Delta Hr^\circ = 28.444 - 149 \quad = -120.5 \text{ Kj}$$

رحلة التفوق في السادس @

س7 // التفاعل المتزن الغازي الباعث للحرارة $N_2O_4 \longleftrightarrow 2NO_2$ كيف تتغير حالة الاتزان ولماذا

1) عند زيادة الضغط المسلط ع التفاعل

2) رفع درجة حرارة اناء التفاعل

3) سحب غاز N_2O_4 المتكون عند الاتزان .

الحل //1) يزاح الاتزان نحو تكوين النواتج (نحو المولات الأقل)

2) ينزاح الاتزان نحو تكوين المتفاعلات (الباعث) للتخلص من الزيادة في الحرارة .

3) ينزاح الاتزان نحو تكوين النواتج (لسد النقص الحاصل في غاز N_2O_4

س8 // التفاعل الغازي المتزن $PCl_{3(g)} + Cl_{2(g)} \underset{\text{باعث}}{\overset{\text{ماص}}{\longleftrightarrow}} PCl_{5(g)}$

انثالبي التفاعل = 92.5 Kj / mol

ما تأثير كل من العوامل الأتية على حالة الأتزان و ثابت الأتزان ؟

1) خفض درجة الحرارة /// يتجه التفاعل نحو المتفاعلات الباعث للحرارة حسب قاعدة لو - شاتليه و Kc تقل .

2) اضافة زيادة من Cl_2 الى خليط الأتزان /// يتجه التفاعل نحو المتفاعلات للتخلص من الزيادة الحاصلة حسب قاعدة لو – شاتليه و Kc لا تتأثر .

3) سحب PCl_3 من خليط الأتزان /// يتجه التفاعل باتجاه النواتج لتعويض النقص الحاصل حسب قاعدة لو – شاتليه و Kc لا تتأثر .

4) زيادة الضغط على خليط الأتزان /// يتجه التفاعل باتجاه المتفاعلات نحو الحجوم الأقل حسب قاعدة لو – شاتليه و Kc لا تتأثر .

5) اضافة عامل مساعد /// لا يؤثر على حالة الأتزان و لا على قيمة Kc .

س 9 // التفاعل المتزن الأتي $2SO_{3(g)} \underset{\text{ماص}}{\overset{\text{باعث}}{\longleftrightarrow}} 2SO_{2(g)} + O_{2(g)}$

انثالبي التفاعل = 198 Kj -

ماذا يحدث لتراكيز SO_2 , O_2 , SO_3 عند الأتزان بعد :-

1) زيادة درجة حرارة التفاعل /// عند رفع درجة الحرارة يتجه التفاعل نحو المتفاعلات الماص للحرارة فيقل تركيز النواتج و يزداد تركيز المتفاعلات .

2) خفض الضغط المسلط على التفاعل /// عند خفض الضغط يتجه التفاعل نحو المتفاعلات نحو الحجوم الأكبر فتقل تراكيز النواتج SO_3 و يزداد تركيز المتفاعلات (SO_2 , O_2) .

3) زيادة تركيز SO_2 في خليط الأتزان /// يتجه التفاعل باتجاه النواتج و تزداد تراكيز النواتج (SO_3) و تقل تراكيز المتفاعلات .

4) اضافة عامل مساعد /// لا يؤثر على حالة الأتزان و لا على التراكيز .

س 10 // للتفاعل المتزن الغازي الباعث للحرارة

$$2PbS + 3O_2 \longleftrightarrow 2PbO + 2SO_2$$

وضح تأثير كل من العوامل الأتية على حلة الاتزان وقيمة ثابت الاتزان

1) حفظ الضغط المسلط ع التفاعل

2) تبريد اناء التفاعل

الحل //

1) يزاح الاتزان نحو تكوين المتفاعلات (نحو المولات الأكثر) و ثابت الاتزان لا يتغير

2) يزاح الاتزان نحو تكوين النواتج (الباعث) لسد النقص الحاصل في الحرارة وثابت الاتزان سوف يزداد لأن النواتج تزداد .

س 11 // عند تسخين غاز NOCl النقي الى درجة معينة في اناء مغلق حجمه لتر فأنه يتحلل حسب المعادلة

$$2NOCl_{(g)} \longleftrightarrow 2NO_{(g)} + Cl_{2(g)}$$

وعند وصول التفاعل الى حالة الاتزان وجد ان الضغط الكلي لمزيج الاتزان يساوي (1 atm) والضغط الجزئي لغاز NOCl يساوي 0.4 atm احسب:

وزاري

1) الضغوط الجزيئية لكل من غازي NO , Cl_2 عند الاتزان .

2) ثابت الاتزان Kp للتفاعل عند نفس درجة الحرارة .

الحل //

2014
دور ثاني
2015
دور اول

	$2NOCl$	$\longleftrightarrow$	$2NO$	$+ Cl_2$
التراكيز الابتدائية	A		0	0
التغيير في التراكيز	-2X		+2X	+X
اتزان	A-2X		2X	X
	0.4		2X	X
	0.4		0.6	0.3

$$P_T = P_{NOCl} + P_{NO} + P_{Cl_2}$$

$$1 = 0.4 + 2X + X$$

$$3X = 1 - 0.4$$

$$2X = 0.6$$

$$X = 0.3\ atm = P_{Cl_2}$$

$$P_{NO} = 2 * 0.12 = 0.24\ atm$$

$$Kp = \frac{P^2_{NO} * P_{Cl_2}}{P^2_{NOCl}}$$

$$= \frac{(0.6)^2\,(0.3)}{(0.4)^2} = \frac{(0.36)\quad(0.3)}{(0.16)} = 0.68$$

زورونا على مواقع التواصل الاجتماعي
رحلة التفوق في السادس

س 12 // التفاعل الاتي يجري بدون عامل مساعد وعند وصول التفاعل الى حالة الاتزان وجد ان الضغوط الجزيئية

$N_2O_{4(g)} \longleftrightarrow 2NO_{2(g)}$

$(P_{N_2O_4} = 0.377)$, $(P_{NO_2} = 1.56\ atm)$ عند درجة حرارة $100\ C^\circ$ احسب :-

1) Kp ,

2) ماذا يحدث للضغوط الجزيئية للغازات في خليط الاتزان بعد اضافة العامل المساعد .

الحل //

$N_2O_4 \longleftrightarrow 2NO_2$

1) $Kp = \frac{P^2 NO_2}{PN_2O_4}$

$Kp = \frac{(1.6)^2}{(0.4)} = 6.4$

2) عند اضافة عامل مساعد لايؤثر على اتجاه التوازن ولا على حالة ثابت التوازن ولا على الضغوط الجزيئية .

س 13 // للتفاعل الغازي المتزن $A \longleftrightarrow 2B$ كانت تراكيز الأتزان للمواد كما في تجارب الجدول التالي , احسب *Kc* للتفاعل بدرجات الحرارة المختلفة ثم بين هل التفاعل ماص ام باعث للحرارة :

	A (mol / L)	B (mol / L)	درجة الحرارة C°
(1	0.01	0.8	200
(2	0.1	0.7	300

الحل //

$A \longleftrightarrow 2B$

1) عند $200\ C^\circ$ $Kc = \frac{[B]^2}{[A]} = \frac{[0.8]^2}{[0.01]} = \frac{0.64}{0.01} = 64$

2) عند $300\ C^\circ$ $Kc = \frac{[B]^2}{[A]} = \frac{[0.7]^2}{[0.1]} = \frac{0.49}{0.1} = 4.9$

بما انه Kc زاد لذلك يترجح التفاعل الأمامي بما انه رفع درجة الحرارة يترجح التفاعل الماص للحرارة لذلك التفاعل ماص للحرارة

س14 // للتفاعل الافتراضي $A + aB \longleftrightarrow 2C$ وضع 2mol من A و 5mol من B في اناء حجمه لتر و بدرجة حرارة معينة وصل التفاعل الى حالة الاتزان فوجد ان ما استهلك من A مول واحد و ماتبقى من B 2mol احسب Kc للتفاعل ؟

الحل //

V = 1L

M = n

	A +	aB ⟷	2C
ابتدائية	2	5	0
تغير	-X	-aX	+2X
اتزان	2 – X	5 – ax	2x
	2 – 1	5 – a	2
	1	2	2

X = 1M

5 – a = 2

a = 3

تصبح المعادلة

$A + 3B \longleftrightarrow 2C$

$Kc = \frac{[C]^2}{[A][B]^3} = \frac{(2)^2}{(1)(2)^3} = \frac{1}{2} = 0.5$

س 15 // للتفاعل المتزن $Ni_{s.} + CO_{2\,g.} \longleftrightarrow NiO_{s.} + CO_{g.}$ بدرجة حرارة $727\ C°$
وصل التفاعل حالة الاتزان فوجد ان ضغط غاز CO في الفرن = 304 Torr والضغط الكلي
يساوي (1 atm) ما ثابت الاتزان Kp للتفاعل (1 atm = 760 Torr)

الحل //

نحول وحدات الضغط

$$Pco = \frac{304}{760}$$

$\therefore$ Pco = 0.4 atm

$$NiO_{s.} + CO_{g.} \longleftrightarrow Ni_{s.} + CO_{2\,g.}$$

	0.4 atm	y

$$Pt = Pco + Pco_2$$

$$1 = 0.4 + y$$

$$y = 0.6\ atm$$

$$Kp = \frac{Pco_2}{Pco} = \frac{0.6}{0.4} = 1.5$$

س 16 // في التفاعل المتزن الغازي $PCl_{3(g)} + Cl_{2(g)} \longleftrightarrow PCl_{5(g)}$
وجد ان ضغط PCl_3 الجزئي في الاناء المغلق ضعف ضغط Cl_2 الجزئي و عند وصول التفاعل الى موضع الاتزان بدرجة حرارة معينة وجد ان ضغط Cl_2 يساوي 1atm فاذا علمت ان Kp للتفاعل يساوي 1/2 فما ضغطا غازي Cl_2 و PCl_3 في بداية التفاعل .

الحل //

	PCl_3	+	$Cl_2 \longleftrightarrow$	PCl_5
ابتدائية	2y		y	0
تغير	- X		- X	+X
اتزان	2y – x		y – x	X
	2y – (y – 1)		1	
	y + 1		1	y – 1

y – x = 1

X = y – 1

$$Kp = \frac{P_{PCl_5}}{P_{PCl_3} * P_{Cl_2}}$$

$$\frac{1}{2} = \frac{y-1}{(y+1)(1)}$$

$$y + 1 = 2y – 2$$

$$2y – y = 2 + 1$$

$$y = 3\ atm = P_{Cl_2}$$

$$P_{PCl_3} = 2 * 3 = 6\ atm$$

مهدي الحسناوي
رحلة التفوق في السادس
عطاء بلا حدود

س 17 // للتفاعل المتزن $CO + H_2O \longleftrightarrow CO_2 + H_2$ في اناء حجمه لتر واحد pj خلط مولات متساوية من CO_2 , H_2 وبدرجة حرارة 2000 K وصل التفاعل حالة الاتزان فوجد ان عدد المولات الكلية لخليط الغازات عند الاتزان = 3 mol ، ما تراكيز خليط الاتزان علماً ان ثابت الاتزان Kc يساوي 4 ؟

الحل //

$$CO_2 + H_2 \longleftrightarrow CO + H_2O$$

بداية	y	y	0	0
تغير	-X	-X	+X	+X
	y-x	y-x	X	X
	1.5-X	1.5-X	X	X

$(y – x) + (y – x) + X + X = 3$

$y – X + y – X + X+ X = 3$

$2y = 3$

$y = 1.5$

$$Kc = \frac{(X)^2}{(1.5-X)^2}$$

$$4 = \frac{(X)^2}{(1.5-X)^2}$$ بالجذر

$$2 = \frac{X}{1.5-X} \Longrightarrow 3 - 2X = X \Longrightarrow X = 1$$

$[CO_2] = [H_2] = 1.5 – 1 = 0.5$ M

$[CO] = [H_2O] = 1$ M

س 18 // وضع 4g من غاز HF في وعاء حجمه (2) لتر عند درجة حرارة 27 C° وترك في الوعاء المغلق ليتفكك حتى تم الاتزان الكيميائي حسب المعادلة الاتية $2HF \longleftrightarrow H_2 + F_2$ فأذا كان Kp للتفاعل = 1.21 احسب الضغط الجزئي لغاز HF عند الاتزان علماً ان الكتلة المولية للغاز = 20 g/mol ؟ معلومة // التركيز المولاري هو عدد المولات في اللتر ؟

الحل //

يجب تحويل غرامات الغاز الى ضغط

$$n = \frac{m}{M} = \frac{4}{20} = 0.2 \text{ mol}$$

$PV = nRT$

$P \times 2 = 0.2 \times 0.082 \times 300$

$P_{HF} = 2.46$ atm

$$2HF \longleftrightarrow H_2 + F_2$$

بداية	46.2	0	0
تغير	-2X	+X	+X
اتزان	2.46-2X	X	X

$$Kp = \frac{(X)^2}{(2.46-2\ \ )^2}$$

$$1.21 = \frac{(X)^2}{(2.46-2x)^2}$$ بالجذر

$$1.1 = \frac{X}{2.46-2X}$$

∴ $X = 0.845$ atm

$P_{HF} = 2.46 – 2X$

$P_{HF} = 2.46 – 2 \times 0.845$

$P_{HF} = 0.76$ atm

س 19 // اذا كانت درجة تفكك 1 mol من N_2O_4 الى NO_2 هي 20% عند درجة 27 C° وضغط 1 atm في اناء حجمه لتر واحد . احسب قيمة Kp للتفاعل . (معلومة / درجة التفكك = $\frac{\text{الجزئ}}{\text{الكل}}$ x 100%)

وزاري 2014 دور اول

الحل //

$$N_2O_4 \longleftrightarrow 2NO_2$$

	N_2O_4	$2NO_2$
بداية تفاعل	1	0.0
تغير في التركيز	-X	+2X
اتزان	1-X	2X
	(1-0.2)	(2x0.2)
	0.8 M	0.4 M

$$20\% = \frac{\text{الجزئ}}{\text{الكل}} \times 100\%$$

$$100 \times \frac{X}{1} = 20$$

$$100x = 20$$

$$X = \frac{20}{100} = 0.2 \text{ M}$$

$$Kc = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]}$$

$$Kc = \frac{(0.4)^2}{0.8} = 0.2$$

س20 // للتفاعل الاتي الماص للحرارة $C_2H_{6(g)} \longleftrightarrow C_2H_{4(g)} + H_{2(g)}$ وضعت مولات من C_2H_6 في اناء حجمه لتر و بدرجة حرارة معينة وصل التفاعل الى حالة الاتزان فوجد ان ربع كمية الغاز قد استهلكت فاذا علمت ان ثابت الاتزان للتفاعل Kc = 1/2 جد تراكيز خليط الاتزان ؟

الحل //

$$C_2H_6 \longleftrightarrow C_2H_4 + H_2$$

	C_2H_6	C_2H_4	H_2
ابتدائية	y	0	0
تغير	-X	+X	+X
اتزان	y – x	X	X
	4X – X		
	3X	X	X

X = 1/4 y

y = 4x

$$Kc = \frac{[C_2H_4][H_2]}{[C_2H_6]}$$

$$\frac{1}{2} = \frac{x^2}{3X}$$

$$2X = 3 \qquad X = \frac{3}{2} = 1.5 \text{ M}$$

$[C_2H_4] = [H_2] = 1.5$ M $\qquad [C_2H_6] = 3 * 1.5 = 4.5$ M

س21 // للتفاعل الاتي $2C_{(s)} + O_{2(g)} \longleftrightarrow 2CO_{(g)}$ سخنت كمية كافية من الكاربون بوجود الاوكسجين الذي كان تحت ضغط 1.4 atm في وعاء حجمه لتر و عند درجة حرارة معينة وصل التفاعل حالة الاتزان فوجد ان ضغط غاز CO عند الاتزان = 0.8 atm جد Kp للتفاعل ؟

الحل //

$$2C + O_2 \longleftrightarrow 2CO$$

	O_2	$2CO$
ابتدائية	1.4	0
تغير	- X	+2X
اتزان	1.4 – X	2X
	14 – 0.4	0.8
	1	0.8

2x = 0.8

X = 0.4 atm

$$Kp = \frac{P^2CO}{P_{O_2}} = \frac{(0.8)^2}{1} = 0.64$$

س 22 // للتفاعل المتزن الآتي $2SO_3 \longleftrightarrow 2SO_2 + O_2$ وجد ان خليط الاتزان بدرجة حرارة معينة يحتوي على :- $[SO_3] = 0.008$ M , $[SO_2] = 0.02$ M , $[O_2] = 0.01$ M و عند تبريد التفاعل $10\ C^\circ$ وجد ان Kc للتفاعل يساوي 4 بين هل التفاعل ماص ام باعث للحرارة ؟

الحل //

$$2SO_2 + O_2 \longleftrightarrow 2SO_3$$

$$Kc = \frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2[O_2]} \qquad Kc_1 = \frac{(0.008)^2}{(0.02)^2(0.01)} = 16$$

بعد تبريد التفاعل انخفضت قيمة Kc الى 4 فهذا يدل على ان التفاعل العكسي باعث وقد تنشط بالتبريد فقلت تراكيز Kc

∴ التفاعل ماص للحرارة $\xrightleftharpoons[\text{باعث}]{\text{ماص}}$

وزاري 2016 دور أول

س 23 // اذا علمت ان ثابت التأين الذاتي للماء عند درجة $25\ C^\circ$ وضغط (1 atm) يساوي 1×10^{-14} احسب قيمة ΔG° للتأين

$$\underset{L.}{H_2O} \longleftrightarrow \underset{aq}{H^+} + \underset{aq}{OH^-}$$

الحل //

$$\Delta G^\circ = - RT\ Ln\ K_{water}$$

$$\Delta G^\circ = - 8.3 \times 298\ \ Ln\ \ 1 \times 10^{-14}$$

$$\Delta G^\circ = + 79881.75\ \ J / mol$$

س 24 في التفاعل الغازي $N_2 + 3H_2 \longleftrightarrow 2NH_3$ وضعت مولات مختلفة من H_2 , N_2 في اناء سعته لتر واحد وعند وصول التفاعل الى حالة الاتزان وجد ان ما استهلك من H_2 = (0.3 mol) وما تبقى من N_2 = (0.2 mol) ما عدد مولات H_2 , N_2 وقبل بدء التفاعل علماً ان ثابت الاتزان Kc للتفاعل = 200 ؟

	N_2	$+ 3H_2 \longleftrightarrow$	$2NH_3$
تراكيز ابتدائية	A	B	0
تغيير	-X	-3X	+2X
اتزان	A-X	B-3X	2X
	0.2	B-(3*0.1)	0.2
	0.2	B-0.3	0.2

وزاري 2015 تمهيدي

المستهلك $3X = 0.3$

من H_2 $X = 0.1$ M

$A-X = 0.2$

$A - 0.1 = 0.2$

$A = 0.3\ M = [N_2]$

$$Kc = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3}$$

$$200 = \frac{(0.2)^2}{(0.2)(B-0.3)^3}$$

$$0.04 = 40\ (B - 0.3)^3$$

$$(B - 0.3)^3 = \frac{0.04}{40}$$

$$(B - 0.3)^3 = 0.001 \qquad \text{بالجذر التكعيبي}$$

$$B - 0.3 = 0.1$$

$$B = 0.4\ M = [H_2]$$

س25 // ما العلاقة بين ظاهرة الاحتباس الحراري و زيادة كمية غاز NO في الهواء الجوي ؟

الحل // توجد علاقة طردية بين ظاهرة الاحتباس الحراري و زيادة غاز NO لأن الاحتباس يعني زيادة درجة حرارة الأرض و بالتالي زيادة اتحاد غاز N_2 مع غاز O_2 لتكوين غاز NO السام لان التفاعل ماص للحرارة

س 26 // في التفاعل الغازي الاتي عند درجة حرارة معينة $2NO + O_2 \rightleftharpoons 2NO_2$ وضعت مولات مختلفة من NO و O_2 في اناء التفاعل حجمه لتر وعند وصول التفاعل الى حالة الاتزان وجد أن المتكون من NO_2 يساوي 0.8mole وتركيز كل من O_2 و NO متساويان و Kc =10 جد عدد مولات O_2 و NO قبل بدء التفاعل ؟

الحل //

	$2NO$	$+ \; O_2$	$\rightleftharpoons 2NO_2$
ابتدائية	A	B	0
تغير	-2X	-X	+2X
اتزان	A – 2X	B – X	2X
	A – 0.8	B – 0.4	0.8
	y	y	0.8

$2X = 0.8$

$X = 0.4\ M$

$$Kc = \frac{[NO_2]^2}{[NO]^2\,[O_2]}$$

$$10 = \frac{(0.8)^2}{(y)^2\,(y)}$$

$10\,y^3 = 0.64$

$y^3 = 0.064 \qquad \sqrt[3]{\ }$

$y = 0.4\ M$

$A - 0.8 = 0.4$

$A = 1.2\ M = [NO]$

$B - 0.4 = 0.4$

$B = 0.8\ M = [O_2]$

مهدي الحسناوي

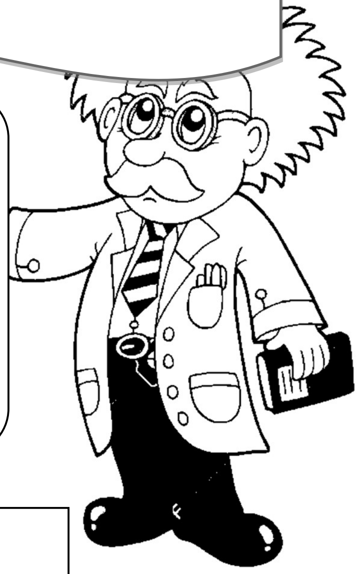
Chemistry

للصف السادس علمي
الفرع التطبيقي

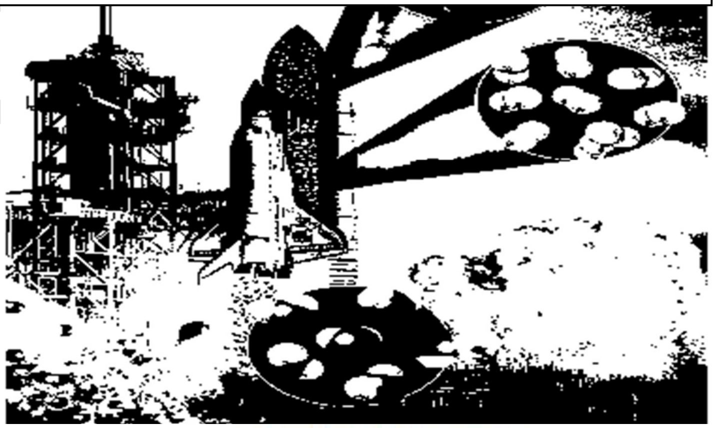
اعداد الأستاذ

مهدي الحسناوي

07807502408



الفصل الثالث
الاتزان الايوني



زورونا على مواقع التواصل الاجتماعي رحلة التفوق في السادس

الفصل الثالث / الاتزان الأيوني Ionic Equilibrium

تقسم المواد من حيث الذوبان في الماء الى :

- مواد ذائبة
  - مواد الكتروليتية
    - قوية
    - ضعيفة
  - مواد غير الكتروليتية
- مواد غير ذائبة
- مواد شحيحة الذوبان

مواد غير ألكتروليتية :- هي المواد التي ليس لمحاليلها المائية أو منصهراتها القابلية على التوصيل الكهربائي و ذلك لأنها لا تتأين في الماء مثل السكر .

الألكتروليتات :- هي مواد يكون لمحلولها المائي أو لمنصهرها قابلية على التوصيل الكهربائي و ذلك لأحتوائها على أيونات .

الألكتروليت القوي :- هي مادة يكون لمحلوها المائي المخفف قابلية التوصيل الكهربائي الجيد .

الألكتروليت الضعيف :- هي مادة تكون قابلية محلولها المائي المخفف للتوصيل الكهربائي ضعيفة .

س// الى مَ تصنف المواد من حيث قابلية محاليلها المائية على نقل التيار الكهربائي ؟

ج // تصنف المواد من حيث نقل التيار الكهربائي الى :

1)) الكتروليتات . 2)) مواد غير الكتروليتية .

س// علا مَ يعتمد سلوك الأصناف المتكونة في المحلول نتيجة الذوبان في الماء ؟

ج // يعتمد على 1) طبيعة المواد نفسها . 2) طبيعة الوسط الذي يحتويها .

س// ماهي مميزات الألكتروليتات ؟

1) قابليتها على أيصال التيار الكهربائي في حالاتها المنصهرة أو محاليلها .
2) تكون محاليلها متعادلة كهربائياً لأن محصلة الشحنة الكهربائية لمحاليلها مساوية للصفر .
3) محاليلها الذاتية تتضمن أيونات موجبة وأيونات سالبة .
4) تعتمد قابليتها على التوصيل الكهربائي على طبيعة الأيونات و تركيز الأيونات و درجة الحرارة .

س// ماهي العوامل التي تعتمد عليها قابلية المحلول الألكتروليتي للتوصيل الكهربائي

وزاري 2013

ج // 1) طبيعة الأيونات المكونة للمحلول .
2) تركيز الأيونات في المحلول .
3) درجة حرارة المحلول .

علل // ينتج ذوبان الألكتروليتات القوية في الماء محاليل عالية التوصيل الكهربائية ؟

ج // بسبب تفككها التام في محاليلها المائية الى أيونات .

علل // ينتج عن ذوبان الألكتروليتات الضعيفة في الماء محاليل ضعيفة التوصيل للكهربائية؟

ج // لأنها تتأين بشكل جزئي محدود في محاليلها المائية .

علل // يلاحظ أن المصباح المربوط في محلول حامض الخليك أضاء بشكل خافت ؟

ج // لأن حامض الخليك الكتروليت ضعيف محلوله يحتوي على عدد قليل من الأيونات .

علل // يلاحظ أن المصباح المربوط في محلول كرومات البوتاسيوم يضاء بشكل متوهج ؟

ج // لأن كرومات البوتاسيوم الكتروليت قوي يحوي محلوله عدد كبير من الأيونات .

علل // لا يضاء المصباح المربوط في محلول ماء مذاب فيه سكر ؟

ج // لأن محلول غير الكتروليتي لا يحوي أيونات .

التأين الذاتي للماء Self Ionization Of Water

او التفكك التلقائي للماء : هو تفاعل كيميائي ينتقل فيه بروتون من جزيء ماء الى جزيء ماء أخر و يكون ناتج هذه العملية في الماء النقي تكون أعداد متساوية من أيونات الهيدرينيوم (H_3O^+) و أيونات الهيدروكسيد (OH^-)

$$H_2O_{(L)} + H_2O_{(L)} \longleftrightarrow H_3O^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

أو تكتب معادلة تأين الماء بشكل أخر

$$H_2O_{(L)} \longleftrightarrow H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

و يمكن وصف عملية الأتزان من خلال ثابت يدعى الحاصل الأيوني للماء و يعبر عنه بالرمز Kw

$$Kw = [H^+][OH^-]$$

$$[H^+] = [OH^-] = 1 \times 10^{-7}$$

وقد وجد تجريبياً أن

$$Kw = [H^+][OH^-]$$
$$= (1 \times 10^{-7}) \times (1 \times 10^{-7})$$
$$= 1 \times 10^{-14}$$

الأس الهيدروجيني :- هي طريقة ملائمة للقياس أو التعبير عن تركيز أيون الهيدروجين الصغيرة التي تكون قيمتها أصغر أو تساوي (1 m) بدلالة سالب لوغارتم التركيز المولاري لأيون الهيدروجين في المحلول و يرمز للناتج العددي لهذه القيم بالرمز (PH) .

1) $PH = -\log [H^+]$
2) $poH = -\log [OH^-]$
3) $PH + POH = PKw = 14$
4) $[H^+] = 10^{-PH}$
5) $[OH^-] = 10^{-poH}$
6) $[H^+][OH^-] = Kw = 1 \times 10^{-14}$

تحديد هوية المحلول من (pH)

حامضي ⟵ متعادل ⟶ قاعدي

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14

1) اذا كان $pH < 7$ فالمحلول حامضي .

2) اذا كان $pH > 7$ فالمحلول قاعدي .

3) اذا كان $pH = 7$ فالمحلول متعادل .

مهدي الحسناوي

قوانين اللوغارتمات

1) $\log 10^{x} = X$: $\log 1000 = \log 10^{3} = 3$

$\log 10^{-5} = -5$, $\log 0.1 = \log 10^{-1} = -1$

2) $\log x^{y} = y \log x$: $\log 5^{4} = 4 \log^{5}$

3) $\log \frac{x}{y} = \log^{x} - \log^{y}$: $\log \frac{9}{13} = \log^{9} - \log^{13}$

4) $\log (x . y) = \log^{x} + \log^{y}$: $\log(20) = \log^{4 \times 5} = \log^{4} + \log^{5}$

5) $\log^{-}(x) = 10^{x}$: $\log^{-}(5) = 10^{5}$ ، $\log^{-(-3)} = 10^{-3}$

---

* لوغارتم من 1 الى 10 " حفظ "

log 3 = 0.47	log 2 = 0.3	Log 1 = 0
log 6 = 0.8	log 5 = 0.7	Log 4 = 0.6
log 9 = 0.95	log 8 = 0.9	Log 7 = 0.85
	Log 10 = 1	

س1 // مثال : جد pH في المحاليل التالية علماً أن تركيز [H^{+}] فيها

4) 10^{-5} M   3) 10 M   2) 1 M   1) 0.3M

الحل //

1) $pH = -\log [H^{+}] = -\log 0.3 = -\log 3 \times 10^{-1} = -(0.47 - 1) = 0.53$

2) $pH = -\log [H^{+}] = -\log^{1} = 0.0$

3) $pH = -\log [H^{+}] = -\log 10 = -1$

4) $pH = -\log [H^{+}] = -\log 10^{-5} = -(-5) = 5$

س2 // مثال : جد [H^{+}] لمحاليل pH لها يساوي   1) 2   2) 7   3) 5

الحل //

1) $[H^{+}] = 10^{-pH} = 10^{-2}$ M

2) $[H^{+}] = 10^{-pH} = 10^{-7}$ M

3) $[H^{+}] = 10^{-pH} = 10^{-5}$ M

ملاحظة // اذا كان pH رقم عشري و ليس عدد صحيح فنجد pH حسب الأمثلة الأتية :
نضيف و نطرح النظير أكبر بواحد من العدد الصحيح

س3 // جد [H^{+}] لمحاليل pH لها يساوي :

5) 5.3   4) 2.7   3) 10.3   2) 4.3   1) 9.7

الحل//

1) $pH = -\log [H^{+}]$

$9.7 = -\log [H^{+}]$

$\log [H^{+}] = -9.7 + 10 - 10$

$\log [H^{+}] = 0.3 - 10$

$[H^{+}] = 2 \times 10^{-10}$ M

طريقة اخرى

$[H^{+}] = 10^{-pH}$

$= 10^{-9.7+10-10}$

$= 10^{0.3} * 10^{-10}$

$= 2 * 10^{-10}$ M

مهدي الحسناوي

2) $pH = -\log [H^+]$

$4.3 = -\log [H^+]$

$\log [H^+] = -4.3 + 5 - 5$

$\log [H^+] = 0.7 - 5$

$[H^+] = 5 \times 10^{-5}$ M

طريقة اخرى

$[H^+] = 10^{-pH}$

$= 10^{-4.3+5-5}$

$= 10^{0.7} * 10^{-5}$

$= 5 * 10^{-5}$ M

---

3) $pH = -\log [H^+]$

$\log [H^+] = -10.3$

$\log [H^+] = -10.3 + 11 - 11$

$\log [H^+] = 0.7 - 11$

$[H^+] = 5 \times 10^{-11}$

طريقة اخرى

$[H^+] = 10^{-pH}$

$= 10^{-10.3+11-11}$

$= 10^{0.7} * 10^{-11}$

$= 5 * 10^{-11}$ M

محاليل الأتزان الأيوني

1/ محلول حامض قوي
2/ محلول قاعدة قوية
3/ محلول حامض ضعيف
4/ محلول قاعدة ضعيفة
5/ محاليل الأملاح
6/ محاليل بفر
7/ محاليل الحالات الخاصة (محاليل التعادل)

اولاً)) محلول الحامض القوي

1)حامض الهيدروكلوريك — HCl
2) حامض الهيدرويوديك — HI
3) حامض الهيدروبروميك — HBr
4) حامض النتريك — HNO_3
5) حامض البركلوريك — $HClO_4$
6) حامض البرمنغنيك — $HMnO_4$
7) حامض الكبريتيك — H_2SO_4
8) حامض الكروميك — H_2CrO_4

ملاحظة // حسب برونشتد – لوري

1) لكل حامض قاعدة قرنية تخالفه بالقوة .
2) لكل قاعدة حامض قرين يخالفها بالقوة .
3)القرين القوي هو الذي يتحلل مائياً (يتفاعل مع الماء) .
بما أن حامض قوي أعطى قرين ضعيف لا يتحلل مائياً لذلك يكون التأين تام .

مهدي الحسناوي

يمكن حساب $[H^+]$, pH للحوامض القوية :-

A// الحوامض أحادية البروتون :

وهي الحوامض التي عند تأينها في الماء
تعطي أيون هيدروجين (بروتون حامضي) واحد فقط .

$$HCl \xrightarrow{\text{التأين}} H^+ + Cl^-$$

	تام		
y		0	0
0		y	y

$[H^+]$ = [الحامض القوي] = y

$pH = -\log [H^+]$

س4 //مثال : أحسب pH لمحلول (0.01M) حامض النتريك .

الحل //

$$HNO_3 \longrightarrow H^+ + NO_3^-$$

0.01	0	0
0	0.01	0.01

$pH = -\log [H^+]$

$= -\log 10^{-2} \quad = 2$

س5 // أحسب $[H^+]$, pH لمحلول

1) حامض HCl تركيز (0.003M) .

2) حامض HBr تركيز (1 M) .

B // الحوامض القوية متعددة البروتون :

هي الحوامض التي عند تأينها في الماء تعطي أكثر من (بروتون حامضي) واحد .

$$H_2SO_4 \longrightarrow 2H^+ + SO_4^{-2}$$

Y	0	0
0	2y	y

$[H^+]$ = 2 [الحامض القوي] = 2y $\quad Y = \frac{[H^+]}{2}$

س6 // مثال : أحسب pH لمحلول حامض الكبريتيك تركيز 0.1 M

الحل // حامض H_2SO_4 ثنائي البروتون

$$H_2SO_4 \longrightarrow 2H^+ + SO_4^{-2}$$

0.1	0	0
0	2*0.1	0.1

$[H^+] = 2[H_2SO_4] = 2 \times 0.1 = 0.2$ M

$pH = -\log [H^+] = -\log 0.2 = 0.7$

مهدي الحسناوي
زورونا على مواقع التواصل الاجتماعي رحلة التفوق في السادس

س7 // أحسب تركيز حامض الكروميك في محلوله الذي pH له يساوي (3) .

الحل // حامض الكروميك H_2CrO_4 ثنائي البروتون

$$H_2Cr_2O_4 \longrightarrow 2H^+ + CrO_4^{-2}$$

Y	0	0
0	2y	y

$[H^+] = 10^{-ph} = 10^{-3}\ M$

$[H^+] = 2 \times [H_2CrO_4]$

$[H_2CrO_4] = \frac{[H^+]}{2} = \frac{1 \times 10^{-3}}{2} = 0.5 \times 10^{-3}\ M$

س8// جد قيمة pH لمحلول حامض ثنائي البروتون تركيزه (1 M) .

س9// جد تركيز حامض الكبريتيك في محلوله الذي قيمة pH له تساوي (0.3) .

ثانياً // محلول القاعدة القوية

1/ هيدروكسيد الصوديوم NaOH

2/ هيدروكسيد البوتاسيوم KOH

3/ هيدروكسيد الربيديوم RbOH

4/ هيدروكسيد الكالسيوم $Ca(OH)_2$

5/ هيدروكسيد الباريوم $Ba(OH)_2$

كيفية حساب $[OH^-]$, $[H^+]$, pH , pOH لمحاليل القواعد القوية .

A// القواعد القوية أحادية الهيدروكسيد :

$$KOH \longrightarrow K^+ + OH^-$$

Y	0	0
$-y$	$+y$	$+y$
0	y	y

$[OH^-] = [KOH] = y$

س10// أحسب pH لمحلول (1×10^{-3}) هيدروكسيد الصوديوم ؟

الحل //

$$NaOH \longrightarrow Na^+ + OH^-$$

هيدروكسيد الصوديوم NaOH قاعدة أحادية الهيدروكسيد

$[OH^-] = [NaOH] = 1 \times 10^{-3}\ M$

$pOH = -\log[OH^-] = -\log(1x\ 10^{-3}) = 3$

$pH + pOH = 14$

$pH = 14 - 3 = 11$

مهدي الحسناوي

س11/ أحسب تركيز هيدروكسيد البوتاسيوم في محلوله الذي قيمةpH فيه تساوي(9).

KoH قاعدة أحادية الهيدروكسيد

pH + poH = 14

poH = 14 – 9 = 5

$[OH^-]\ 10^{-poH} = 10^{-5}$ M

$[KoH] = [OH^-] = 10^{-5}$ M

س12 / أحسب قيمة الأس الهيدروكسيلي لمحلول 0.003 M من هيدروكسيد الصوديوم

واجب

س13 / أحسب $[OH^-]$ في محلول لهيدروكسيد البوتاسيوم pH له في محلوله تساوي(13

واجب

B / القواعد متعددة الهيدروكسيد

$Ca(OH)_2 \longrightarrow Ca^{+2} + 2OH$

Y 0 0

$\frac{-y}{0.0}$ $\frac{+2y}{2y}$

$[OH^-]$ = 2 x [القاعدة القوية]

$[OH^-] = 2y$ $\frac{+y}{y}$

س"14" // أحسب pH لمحلول 0.5M من هيدروكسيد الباريوم في محلوله المائي ؟

الحل //

هيدروكسيد الباريوم $Ba(OH)_2$

قاعدة ثنائية الهيدروكسيد

$Ba(OH)_2 \longrightarrow Ba^{+2} + 2OH^-$

0.5 0 0

0 0.5 2*0.5

$[OH^-]$ = 0.5 x 2 = 1 M

$poH = -log[OH^-] = -log1 = 0$

pH + poH = 14

pH + 0 = 14 ⟹ pH = 14

س15/ جد التركيز المولاري لقاعدة ثنائية الهيدروكسيد في محلولها المائي الذي pH له تساوي (15) ؟

الحل// .. القاعدة ثنائية الهيدروكسيد

∴ $[OH^-]$ = 2 x [القاعدة]

pH = 15

pH + poH = 14

15 + poH = 14

poH = 14 – 15 = -1

$[OH^-] = 10^{-poH} = 10^{-(-1)} = 10$ M

$[OH^-]$ = 2 x [القاعدة]

∴ [القاعدة] $= \frac{[OH^-]}{2} = \frac{10}{2} = 5$ M

س 16 / جد تركيز هيدروكسيد الكالسيوم في محلوله المائي pH له تساوي (12) ؟

واجب

س 17 / جد الأس الهيدروكسيلي لمحلول هيدروكسيد الباريوم تركيزه في محلوله المائي (1M) ثم جد الدالة الحامضية له في محلوله

واجب

مهدي الحسناوي

ثالثاً // محلول الحامض الضعيف " الالكتروليتات الضعيفة "

الحوامض الضعيفة الشائعة " للحفظ "

1/ حامض الهيدروفلوريك	HF
2/ حامض الفورميك	HCOOH
3/ حامض الهيدروسيانيك	HCN
4/ حامض الخليك	CH_3COOH
5/ حامض الفينول	C_6H_5OH
6/ حامض الأوكزاليك	$H_2C_2O_4$
7/ حامض الهيدروكبريتيك	H_2S
8/ حامض الفسفوروز	H_3PO_3

كيف نحسب pH , $[H^+]$ للحامض الضعيف ؟

أن الحوامض الضعيفة تتأين تأين جزئي (غير تام) لذا تحصل حالة أتزان أيوني بين الحامض الضعيف و أيوناته المتفككة في محلوله لذا يحسب ثابت تأين يدعى (Ka) و لحساب $[H^+]$, pH للحامض الضعيف نلجأ لطريقة الفرضية

تأين

حامض HA ⟷ $H^+ + A^-$

ضعيف y جزئي 0 0

y – x x x

(المتبقي) المتأين المتأين

أو الغير متأين المتفكك المتفكك

$$Ka = \frac{[A^-][H^+]}{HA}$$

المتبقي

$$Ka = \frac{X2}{(y-x)}$$

تهمل

حيث X تمثل المتأين أو المتفكك و هو $[H^+]$ في الحامض و الذي يستخدم لحساب pH في المحلول .

س18/ أحسب pH لمحلول حامض الهيدروسيانيك تركيزه (0.04M) و $Ka = 1 \times 10^{-10}$ علماً أن (log 2 = 0.3) ؟

الحل // حامض الهيدروسيانيك

HCN حامض ضعيف

HCN ⟷ $H^+ + CN^-$

0.04 0 0

0.04 – x x x

$$Ka = \frac{[H^+][CN^-]}{[HCN]}$$

$$1 \times 10^{-10} = \frac{(X)2}{(0.04-X)} \Rightarrow 1 \times 10^{-10} = \frac{X2}{0.04}$$

تهمل

$$X^2 = 4 \times 10^{-12} \Rightarrow X = 2 \times 10^{-6}\ M$$

$pH = -\log[H^+] = -\log 2 \times 10^{-6}$

$pH = - 0.3 + 6 = 5.7$

س19/ أحسب Ka لمحلول حامض الخليك تركيزه (0.1) و pH في محلوله تساوي(3) ؟

الحل// حامض الخليك حامض ضعيف CH_3COOH

$CH_3COOH \longleftrightarrow CH_3COO + H^+$

0.1   0   0

0.1 – x   x   x

$[H^+] = 10^{-pH} \Rightarrow [H^+] = 10^{-3}$ M = X

$Ka = \frac{[H^+][CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$

$Ka = \frac{10^{-3}\times10^{-3}}{0.1-x}$ تهمل $\Rightarrow$ $Ka = 10^{-5}$

ملاحظة // لاحظنا في المثالين السابقين أستخدام التقريب في ثابت الأتزان و أهمال قيمة X في التركيز المتبقي الا أن التقريب لا يستخدم عندما تكون قيمة Ka أكبر من (10^{-5}) (10^{-4} , 10^{-3} , 10^{-2} .....) و إنما يتم الحل بطريقة الدستور و كما في المثال :-

---

س20// أحسب pH لمحلول حامض الهيدروفلوريك تركيزه (0.01M) و ثابت التفكك له يساوي (1×10^{-4}) ؟

الحل // حامض HF حامض ضعيف

($Ka = 1 \times 10^{-4}$) أكبر من 10^{-5}

لذا نستخدم طريقة الدستور في الحل

و لاتستخدم طريقة التقريب

$HF \longleftrightarrow H^+ + F^-$

0.01   0.1   0.1

0.01 – x   x   x

$Ka = \frac{[H^+][F^-]}{[HF]}$ $1 \times 10^{-4} = \frac{X2}{0.01-X}$

$X^2 = 1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-4}\ x$ $x^2 + 1 \times 10^{-4}\ x - 1 \times 0^{-6}$

$x = \frac{-b\pm\sqrt{b^2-4ac}}{2a}$ (قانون الدستور)   معامل $a = x^2$

$X = \frac{-1\times10^{-4}\pm\sqrt{(1\times10^{-4})^2-4\times1\times10^{-6}}}{2\times1}$ معامل b = x

$X = - 1\ x\ ^{10}\text{-}4 \pm \sqrt{\ }$ الحد الخالي = c

أما x = - 0.00104 تهمل

او X = 0.00189 = [H^+]

$pH = - \log [H^+]$

pH = -log 0.00189

pH = 2.72

زورونا على مواقع التواصل الاجتماعي رحلة التفوق في السادس

رابعاً // محلول القاعدة الضعيفة (الكتروليتات ضعيفة)

القواعد الضعيفة ((الشائعة))

1) الأمونيا NH_3
2) مثيل أمين CH_3NH_2
3) بنزيل أمين C_7H_5N
4) بيردين C_5H_5N
5) أنيلين C_5H_7N
6) نيكوتين $C_{10}H_{14}N_2$

س // كيف نحسب $[OH^-]$, poH , pH للقاعدة الضعيفة ؟

ج// أن القواعد الضعيفة تتأين تأين جزئي (غير تام) لذا تحل حالة اتزان أيوني بين القاعدة الضعيفة وأيوناتها المتأينة في محلولها لذا يحسب لها ثابت تأين يدعى Kb ولحساب $[OH^-]$ للقاعدة الضعيفة نلجأ لطريقة الفرضية

تأين

قاعدة $B^+ + H_2O \longleftrightarrow BH^+ + OH^-$

ضعيفة Y جزئي 0 0

Y – x x x

(المتبقي) أو الغير متفكك (المتأين) المتفكك (المتأين) المتفكك

$$Kb = \frac{[BH^+][OH^-]}{[B]_{\text{المتبقي}}}$$

$$Kb = \frac{x2}{y-x}$$

س21// أحسب pH لمحلول الأمونيا تركيزها 0.2M و $Kb = 2 \times 10^{-5}$ ؟

الحل// الأمونيا NH_3 قاعدة ضعيفة

تأين

$NH_3 + H_2O \longleftrightarrow NH_4^+ + OH^-$

0.2 جزئي 0 0

0.2 – x x x

$$Kb = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]_{\text{المتبقي}}}$$

$$Kb = \frac{x2}{0.2 - x \leftarrow \text{تهمل}}$$

$$2 \times 10^{-5} = \frac{x2}{0.2}$$

$X^2 = 4 \times 10^{-6}$

$X = 2 \times 10^{-3}\ M = [OH^-]$

$poH = -\log [OH^-] = -\log 2 \times 10^{-3}$ poH = 2.7

pH + poH = 14   pH = 11.3

س22 // تمرين 2 : احسب تركيز OH^- للمحلول المائي للانيلين C_6H_7N ($Kb = -3.8 * 10^{-10}$) الذي تركيزه يساوي 0.1 M ؟

الحل // الأنيلين C_5H_7N قاعدة ضعيفة

$$C_5H_7N + H_2O \longleftrightarrow C_5H_7NH + OH^-$$

0.1   0   0

0.1 x   x   x

$$Kb = \frac{[C_5H_7NH^+][OH^-]}{[C_5H_7N]}$$

$$3.8 \times 10^{-10} = \frac{x^2}{0.1 - x \leftarrow \text{تهمل}}$$

$$X^2 = 3.8 \times 10^{-11}$$

$$X^2 = 0.38 \times 10^{-10}$$

$X = 0.62 \times 10^{-5}$ *M [OH^-]*

س23 // تمرين 3 : محلول من حامض الهيدروسيانيك ($Ka = 4.9 * 10^{-10}$) الذي تركيزه يساوي 0.1 M ؟

1) احسب [H^+]   2) احسب درجة التفكك   3) احسب نسبة التفكك المئوية

الحل //

$$HCN \longleftrightarrow H^+ + CN^-$$

0.1   0   0

0.1 – x   x   x

$$Ka = \frac{[H^+][CN^-]}{[HCN]} = \frac{X^2}{y - X \leftarrow \text{تهمل}} = \frac{X^2}{y}$$

$$4.9 * 10^{-10} = \frac{X^2}{0.1}$$

$$X^2 = 49 * 10^{-10} \qquad \sqrt[2]{\ }$$

$$X = 7 * 10^{-5} \ M$$

1) [H^+] = $7 * 10^{-5}$ M

2) $\frac{X}{y}$ = درجة التفكك

$$= \frac{7 * 10^{-5}}{10^{-1}}$$

$= 7 * 10^{-4}$

3) النسبة المئوية = درجة التفكك * 100%

$= 7 * 10^{-4} * 100$ %

$= 7 * 10^{-2}$ %

س24// أحسب الدالة القاعدية لمحلول البريدين تركيزه 0.01 و Kb له 1×10^{-10} ؟

مهدي الحسناوي

علل // عند التعبير عن قيمة Ka أو Kb لا تكتب قيمة [H_2O] في القانون ؟

ج // لأنها قيمة ثابتة تكون ممثلة في قيمة ثابت الأتزان .

التغيير في PH (ΔPH)

$$\Delta PH = PH_2 - PH_1$$

PH_1 للموجود في الاناء اصلاً قبل الإضافة

PH_2 للمحلول الناتج بعد الإضافة بعد المزج

* اذا كانت المادة المضافة حامضية PH_2 سوف تقل لذلك تكون ΔPH قيمة سالبة .
* اذا كانت المادة المضافة قاعدية PH_2 سوف تزداد لذلك تكون ΔPH قيمة موجبة .

س25 / احسب ΔPH بعد إضافة 0.1 mol HCl الى لتر من الماء المقطر ؟

الحل //

$\Delta PH = PH_2 - PH_1$

للماء $PH_1 = 7$

لمحلول HCl في الماء PH_2

$HCl \longrightarrow H^+ + Cl^-$

HCl	H^+	Cl^-
0.1	0	0
0	0.1	0.1

$PH = -\log [H^+]$

$PH_2 = -\log 10^{-1}$

$PH_2 = 1$

$\Delta PH = 1 - 7$

$= -6$ قيمة سالبة لأن المضاف حامض

س26 / احسب ΔPH بعد إضافة 0.05 mol من $Ba(OH)_2$ الى لتر من الماء المقطر ؟

الحل //

$\Delta PH = PH_2 - PH_1$

للماء $PH_1 = 7$

للمحلول المائي للقاعدة PH_2

$Ba(OH)_2 \longrightarrow Ba^{+2} + 2OH^-$

$Ba(OH)_2$	Ba^{+2}	$2OH^-$
0.05	0	0
0	0.05	0.05

$POH = -\log [OH^-]$

$POH = -\log 10^{-1}$

$POH = 1$

$PH_2 = 14 - POH = 14 - 1$

$PH_2 = 13$

$\Delta PH = 13 - 7$

$= +6$ قيمة موجبة لأن المضاف قاعدة

مهدي الحسناوي

قانون التخفيف لمادة واحدة

$M_1 V_1 = M_2 V_2$

بعد المزج مع الماء   قبل المزج مع الماء

عدد مرات التخفيف $= \frac{M_1}{M_2}$

$V_2 = V_1 + V$ مضاف

س27 / احسب ΔPH بعد إضافة 1mL من HBr 10 M الى لتر من الماء المقطر

الحل //

$\Delta PH = PH_2 - PH_1$

$PH_1 = 7$ للماء

PH_2 للمحلول المائي لـ HCl ولكن بعد التخفيف

$M_1 V_1(HCl) = M_2 V_2(HCl)$

$10 * \frac{1}{1000} = M_2 * 1$

$M_2 = 0.01\ M = [H^+]$ لأنه حامض احادي البروتون

$PH = -\log [H^+]$

$PH_2 = -\log 10^{-2}$

$PH_2 = 2$

$\Delta PH = 2 - 7$

$= -5$ قيمة سالبة لأن المضاف حامض

س28 / احسب ΔPH بعد إضافة (2ml) من (5 M) $Ca(OH)_2$ الى لتر من الماء المقطر   (5.3 // ج)

واجب

س29 / احسب PH محلول ناتج من إضافة (10 ml) من HI تركيزه (12.6 M) الى لتر من الماء المقطر   (Log 1.26 M = 0.1)   (0.9 // ج)

واجب

حسابات الكتلة (عدد الغرامات)

$$m = M . V . M$$

اذا اعطى او طلب في السؤال كتلة (عدد غرامات) نستخدم هذا القانون

س30 / ما عدد غرامات NaOH (M = 40 g/mol) الازم اذابتها في 250 ml من الماء المقطر للحصول على محلول PH له 12 ؟

الحل //

$POH + PH = 14$

$POH = 14 - 12 = 2$

$[OH^-] = 10^{-POH}$

$= 10^{-2}\ M = [NaOH]$

$m = M . V . M \qquad = 10^{-2} * \frac{250}{1000} * 40 = 0.1\ g$

مهدي الحسناوي

س31 / احسب ΔPH بعد اذابة (980 mg) من حامض H_2SO_4 في لتر واحد من الماء المقطر . الكتلة المولية للحامض (98 g/mol) ؟

الحل //

$\Delta PH = PH_2 - PH_1$

$PH_1 = 7$ للماء

PH_2 لمحلول حامض H_2SO_4

$m = M . V . M$

$\frac{980}{1000} = M * 1 * 98$

$M = \frac{0.98}{98} = 0.01\ M$

$H_2SO_4 \longrightarrow 2H^+ + SO_4^{-2}$

0.01	0	0
0	0.02	0.01

$PH = - \log [H^+]$

$PH_2 = -\log 2 * 10^{-2}$

$PH_2 = - (0.3 - 2)$

$PH_2 = 1.7$

$\Delta PH = 1.7 - 7$

$= -5.3$

س32 / ما عدد المرات التي يخفف اليها محلول حامض الكبريتيك PH له يساوي (1) ليزداد اس الهيدروجين بمقدار (1) ؟

الحل // حامض الكبريتيك H_2SO_4 حامض قوي ثنائي البروتون

$H_2SO_4 \longrightarrow 2H^+ + SO^{-2}$

$[H^+] = 2 [H_2SO_4]$

1/ قبل التخفيف pH = 1

$[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-1}\ M$

$[H_2SO_4] = \frac{[H^+]}{2} \Rightarrow = \frac{[10^{-1}]}{2} = 0.05\ M$

2/ بعد التخفيف

pH = 1 + 1 = 2

$[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-2}\ M$

$[H_2SO_4] = \frac{[H^+]}{2}$

$= \frac{10^{-2}}{2} = 0.005\ M$

عدد مرات التخفيف = $\frac{[M]_1}{[M]_2}$

عدد مرات التخفيف = $\frac{0.05}{0.005}$

عدد المرات = 10 مرات

س 33 // تمرين (3 – 1) :

أحسب تركيز الاصناف الأيونية في محاليل المركبات (الالكتروليتات القوية) التالية حسب التراكيز المشار اليها

A/ HBr 0.25 M

الحل // HBr حامض قوي احادي البروتون

$$HBr \xrightarrow[\text{تام}]{\text{تأين}} H^+ + Br^-$$

$[H^+] = [HBr] = 0.25$ M

$[Br^-] = [HBr] = 0.25$ M

B // KOH 0.055 M

الحل // KOH قاعدة قوية أحادية الهيدروكسيد

$$KOH \xrightarrow[\text{تام}]{\text{تأين}} K^+ + OH^-$$

$[K^+] = [\ KOH\ ] = 0.055$ M

$[\ OH^-\ ] = [\ KOH\ ] = 0.055$ M

C// $CaCl_2$ 0.155 M

الحل // ملح متعادل (حامض قوي + قاعدة قوية)

$$CaCl_2 \xrightarrow[\text{تام}]{\text{تأين}} Ca^{+2} + 2Cl^-$$

$CaCl_2$	Ca^{+2}	$2Cl^-$
0.155	0	0
0	0.155	0.155 x 2

$[Ca^+] = [CaCl_2] = 0.155$ M

$[Cl^-] = [CaCl_2] \times 2 = 0.155 \times 2 = 0.310$ M

س 34 // تمرين (3 – 4) :

أحسب تركيز أيونات الهيدروجين المائية في محلول يحتوي على أيونات الهيدروكسيد المائية بتراكيز :-

A // 0.01 M

$[H^+]\ [OH^-] = 1 \times 10^{-14}$

$$[H^+] = \frac{1\times 10^{-14}}{0.01} = 1 \times 10^{-12}\ M$$

وزاري 2013

B // 2.0 x 10^{-9} M

$[H^+]\ [OH] = 1 \times 10^{-14}$

$$[H^+] = \frac{1\times 10^{-14}}{2.0\times10^{-9}} = 0.5 \times 10^{-5} = 5 \times 10^{-6}\ M$$

س 35 // تمرين (3 – 5) : أحسب قيم الدالة الحامضية (pH) للمحاليل الأنية -:

A // 6.0×10^{-4} M حامض الهيدروكلوريك

الحل // حامض الهيدروكلوريك (حامض قوي أحادي البروتون)

$HCl \longrightarrow H^+ + Cl^-$

$[H^+] = [HCl] = 6.0 \times 10^{-4}$ M

$pH = -\log [H^+] = -\log 6 \times 10^{-4}$

∴ $pH = -0.8 + 4 = 3.22$

B// 0.03 M حامض الكبريتيك

الحل // حامض الكبريتيك (حامض قوي ثنائي البروتون)

$H_2SO_4 \longrightarrow 2H^+ + SO_4^{-2}$

$[H^+] = 2 \times [H_2SO_4]$

$= 2 \times 0.03$ M $= 0.06$ M

$pH = -\log [H^+] = -\log 0.06$

∴$pH = -\log 6 \times 10^{-2}$

$= -0.8 + 2 = 1.22$

س 36 // تمرين (3 – 6) : اذا علمت أن pH محلول حامض النتريك يساوي(3.32) ماهي مولارية المحلول

الحل // حامض النتريك (حامض قوي أحادي البروتون)

$HNO_3 \longrightarrow H^+ + NO_3^-$

$[H^+] = [HNO_3]$

$pH = -\log [H^+]$

$\log [H^+] = \underline{-3.32 + 4} - 4$

$= 0.68 - 4$

$[H^+] = 4.8 \times 10^{-4}$ M

∴ $[HNO_3] = [H^+] = 4.8 \times 10^{-4}$ M

س 37 // تمرين (3 – 8) : أحسب قيم $[H^+]$ و $[pH]$ و $[OH^-]$ و poH للمحلول المائي لـ $Ca(OH_2)$ تركيزه 0.015 M هل المحلول حامضي أم قاعدي ؟ و لماذا ؟

الحل // $Ca(OH)_2$ قاعدة قوية (ثنائية الهيدروكسيد)

$Ca(OH)_2 \longrightarrow Ca^{+2} + 2OH^-$

$[OH^-] = 2 \times [Ca(OH^-)_2]$

$[OH^-] = 2 \times 0.015 = 0.03$ M

$poH = -\log[OH^-] = -\log 0.03$

$= -\log 3 \times 10^{-2} = -0.4 + 2$

$= 1.52$

$[H^+][OH^-] = 1 \times 10^{-14}$

$[H^+] = \frac{1\times10^{-14}}{3\times10^{-2}} = 3.3 \times 10^{-13}$ M

$pH = -\log[H^+] = -\log 3.3 \times 10^{-13}$ PH = 12.48

مهدي الحسناوي

س 38 // تمرين (3 – 7) :

أكمل الجدول الأتي . هل وجدت علاقة واضحة بين قيم pH و poH لكل محلول ؟ ماهي ؟

المحلول	[H^+]	[OH^-]	pH	poH	العلاقة
0.15M HI	$[H^+] = [HI] = 0.15$	$[H^+][OH^-] = 1x10^{-14}$ $[OH^-] = 6.6x10^{-14}$	$pH=-log[H^+]$ pH=0.82	pH+poH =14 poH=13.18	pH < 7 المحلول حامضي
0.06 M RbOH	$[H^+][HI] = 1 x 10^{-14}$ $[H^+] = 1.6 x 10^{-13}$	$[OH^-] = [RbOH]$ = 0.06 M	$pH = log[H^+]$ pH = 12.7	poH = 1.22	pH > 7 المحلول قاعدي
0.02M $Ba(OH)_2$	$[H^+] = 2.5 x 10^{-13}$	$[OH]=2[Ba(OH)_2]$ $[OH^-] = 0.04$ M	pH=12.6	poH = 1.4	pH > 7 المحلول قاعدي
0.0003 M $HClO^4$	$[H^+] = 0.0003$	$[OH^-] = 3.3x10^{-11}$	pH = 3.5	poH = 10.47	pH < 7 المحلول حامضي

أسئلة * واجب

س 39 // مثال (3 – 1) : احسب التراكيز المولارية لأيون (Ba^{+2}) و ايون (OH^-) في محلول (0.03 M) من هيدروكسيد الباريوم ؟

س 40 // مثال (3 – 2) : احسب تركيز ايون الهيدروجين المائي $(H^+)_{aq}$ في 0.1 M محلول مائي لحامض الخليك اذا علمت ان ثابت تفكك حامض الخليك $1.8×10^{-5}$.

س 41 // مثال (3 – 3) : احسب تراكيز ايونات H^+ , OH^- في (0.05 M) من محلول حامض النتريك ؟

س 42 // مثال (3 – 4) : احسب قيم PH محلول يكون فيه تركيز ايونات H^+ يساوي (0.05 M) ؟

س 43 // مثال (3 – 5) : اذا كانت قيمة PH محلول تساوي 3.301 فكم يكون تركيز [H^+] فيه

س 44 // مثال (3 – 6) : احسب [H^+] , PH , [OH^-] , POH لمحلول حامض الهيدروكلوريك بتركيز (0.015 M) ؟

مهدي الحسناوي

س 45 // مثال (3 – 7) : احسب pH لمحلول الامونيا بتركيز 0.18 M علما ان ثابت تأينها يساوي 1.8×10^{-5}.

س50 / الكتروليت ضعيف له قيمة ($Ka = 1 * 10^{-5}$) فكم يكون PH له عند تركيز (0.1 M) ثم جد PH له عند تخفيفه 100 مرة ؟ (ج // 3 , 4)

س51 / وجد ان الدالة الحامضية لمحلول قاعدة ضعيفة أحادية الهيدروكسيد تساوي (9) و درجة التأين في محلولها المائي = $4 * 10^{-5}$, جد ثابت تفكك القاعدة ؟ (ج // $4 * 10^{-10}$)

التمذوب و مفهوم الحامض القرين و القاعدة والقرينة

التمذوب :- هي عملية تفاعل الصنف المذاب مع جزيئات المذيب .

التحلل المائي :- هي عملية تفاعل الصنف المذاب مع جزيئات الماء و ذلك عندما يكون الماء هو المذيب .

حامض برونشتد :- هو الصنف الذي له القابلية على وهب بروتون واحد أو أكثر في المذيب .

قاعدة برونشتد :- هو الصنف الذي له القابلية على أكتساب البروتونات من المذيب .

ملاحظة // حسب مفهوم برونشتد – لكل حامض برونشتد قاعدة قرينة تخالفه بالقوة , ولكل قاعدة برونشتد حامض قرين يخالفها . بالقوة .

الحامض القرين :- هو الجزء الموجب من القاعدة بعد اكتساب بروتون و يخالفاها من حيث القوة .

$$B + H_2O \longleftrightarrow BH^+ + OH^-$$

ق . ض — حامض قرين قوي

القاعدة القرينة :- هو الجزء السالب من الحامض بعد فقدان بروتون موجب ويخالفه من حيث القوة .

$$HA \longleftrightarrow H^+ + X^-$$

ح . ض — قاعدة قرينة قوية

علل // الألكتروليتات القوية تتأين تأين تام بسهم واحد ؟

ج // لأنها عند تأينها تعطي قرائن ضعيفة لا تتحلل في الماء و ليس لها الأمكانية على أعادة تكوين المتفاعلات تحت نفس الظروف .

علل // تتأين الالكتروليتات الضعيفة تأيناً جزئياً بسهمين ؟

ج // لأنها الكتروليتات ضعيفة عند تأينها تعطي قرائن قوية (حسب برونشتد) تتحلل مائياً و لها الأمكانية للتفاعل و أعادة تكوين المتفاعلات تحت نفس الظروف .

مهدي الحسناوي

علل // حامض HCl تام التأين ؟

ج// لأنه حامض قوي عند تأينه يعطي قاعدة قرينة ضعيفة لا تحلل و لا تتفاعل مع الماء و ليس لها الأمكانية لأعادة تكوين الحامض من جديد

$$HCl \longrightarrow H^+ + Cl^-$$

حامض قوي   قاعدة قرينة ضعيفة

علل // الأمونيا ذات تأين جزئي في الماء ؟

ج // لأن الأمونيا قاعدة ضعيفة عند تأينها في الماء تعطي حامض قرين قوي يتحلل في الماء و يتفاعل مع الماء لأعادة تكوين القاعدة من جديد .

$$NH_3 + H_2O \longleftrightarrow NH_4^+ + OH^-$$

قاعدة ضعيفة   حامض قرين قوي

خامساً محلول الملح

الملح :- هو الكتروليت قوي ناتج من اتحاد الجزء الموجب من القاعدة مع الجزء السالب من الحامض .

$NaCl$: ملح متعادل ← حامض قوي HCl + قاعدة قوية $NaOH$

NH_4Cl : ملح حامضي ← حامض قوي HCl + قاعدة ضعيفة NH_3 (K_b)

KCN : ملح قاعدي ← حامض ضعيف HCN (K_a) + قاعدة قوية KOH

NH_4CN : ← حامض ضعيف HCN (K_a) + قاعدة ضعيفة NH_3 (K_b)

متعادل $K_a = K_b$ حامضي $K_a > K_b$ قاعدي $K_a < K_b$

أ – ملح متعادل :- هو الملح الناتج من حامض قوي وقاعدة قوية وبعد اذابته في الماء ليس لأيونه السالب ولا الموجب القدرة على التفاعل مع الماء لأنها قرائن ضعيفة لذلك يبقى $[OH^-] = [H^+]$ في الماء فتكون $PH = 7$

$$PH = PoH = 7$$

$$KCl \longrightarrow K^+ + Cl^-$$

قرين ضعيف   قرين ضعيف

$$[H^+] = [OH^-] = 10^{-7}\ M$$

$$H_2O \longleftrightarrow H^+ + OH^-$$

علل // الاملاح الناتجة من حوامض قوية و قواعد قوية تكون قاعدية التأثير ؟

ج / وذلك لعدم قدرة الجزء الموجب ولا الجزء السالب من الملح بالتفاعل مع الماء لأنها قرائن ضعيفة لذلك تبقى $[H^+] = [OH^-]$ فيكون متعادل .

علل // لايغير المحلول المائي لكلوريد الصوديوم لون الدليل و لا يغير PH ؟

علل // يعتبر المحلول المائي لـ يوديد البوتاسيوم متعادل ؟

ملاحظة / نفس الجواب السابق .

ب – ملح حامضي :- هو الملح الناتج من حامض قوي و قاعدة ضعيفة و بعد اذابته في الماء لأيونه الموجب القدرة على التفاعل مع الماء لأنه قرين قوي لذلك سوف يتفاعل مع ايونات OH^- الماء فيقل [OH^-] فيزداد تفكك الماء لسد النقص الحاصل فيزداد [H^+] فيكون التأثير حامضي .

$$NH_4Cl \longrightarrow NH_4^+ + Cl^-$$

$$H_2O \longleftrightarrow OH^- + H^+$$

$$NH_3 + H_2O \qquad \text{زيادة في } [H^+] \text{ ملح حامضي}$$

علل / الاملاح الناتجة من حوامض قوية وقواعد ضعيفة تكون حامضية التأثير ؟

ج / وذلك لقدرة الايون الموجب للملح بالتفاعل مع OH^- الماء فيقل [OH^-] فيزداد تفكك الماء لسد النقص في [OH^-] لذلك سوف يزداد [H^+] فيكون التأثير حامضي .

علل / يعتبر ملح كلوريد الامونيوم حامضي التأثير ؟

علل / تقل PH الماء بعد اذابة كمية من ملح يوديد البريدينيوم فيه ؟

ملاحظة / نفس الإجابة السابقة .

ج // ملح قاعدي :- هو ملح ناتج من حامض ضعيف و قاعدة قوية و بعد اذابته في الماء لأيونه السالب القدرة على التفاعل مع الماء لأنه قرين قوي لذلك سوف يتفاعل مع ايونات H^+ الماء فتقل [H^+] فيزداد تفكك الماء لسد النقص الحاصل فيزداد [OH^-] فيكون التأثير قاعدي

$$CH_3COONa \longrightarrow CH_3COO^- + Na^+$$

$$H_2O \longleftrightarrow H^+ + OH^-$$

$$CH_3COOH \qquad \text{زيادة في } [OH^-] \text{ ملح قاعدي}$$

علل / الأملاح الناتجة من حوامض ضعيفة و قواعد قوية تكون قاعدية التأثير ؟

ج / وذلك لقدرة الأيون السالب للملح للتفاعل مع H^+ الماء فتقل H^+ فيزداد تفكك الماء لسد النقص الحاصل فيزداد تركيز OH^-

علل / يعتبر المحلول المائي لخلات الصوديوم قاعدي التأثير ؟

علل / تزداد pH الماء بعد اذابة كمية من فورمات البوتاسيوم فيه ؟

ملاحظة / نفس الجواب الأول .

د // ملح ناتج من حامض ضعيف وقاعدة ضعيفة

	NH_4CN	قاعدي $Ka > Kb$
HCN ضعيف	NH_3 ضعيف	حامضي $Ka < Kb$
Ka	Kb	متعادل $Ka = Kb$

س52 / بين صفة الملح NH_4CN علماً ان $Ka = 1 * 10^{-10}$ و $Kb = 1.8 * 10^{-5}$

ج / بما انه $Ka = 1 * 10^{-10} \quad < \quad Kb = 1.8 * 10^{-5}$ اذن الملح قاعدي

سادساً الأيون المشترك

1) محلول قاعدة ضعيفة + ملحها

$$NH_3 \xleftrightarrow{H_2O} NH_4^+ + OH^-$$

$$NH_4CL \longrightarrow NH_4^+ + CL^-$$

ايون مشترك

$$POH = PKb + Log \frac{[salt]}{[base]}$$

حيث base (القاعدة)

salt(الملح)

$$[OH^-] = Kb \times \frac{[base]}{[salt]}$$

ملاحظة :- اشتقاق هذا القانون موجود في الكتاب .

---

2) محلول حامض ضعيف + ملحه

$$CH_3COOH \longleftrightarrow CH_3COO^- + H^+$$

$$CH_3COONa \longrightarrow CH_3COO^- + Na^+$$

ايون مشترك

salt (الملح)

حيث acid (الحامض)

$$PH = Pka + log \frac{[salt]}{[acid]}$$

$$[H^+] = Ka \times \frac{[acid]}{[salt]}$$

ملاحظة :- اشتقاق هذا القانون موجود في الكتاب .

س 53 // تمرين (3 – 9) :

احسب قيمة الأس الهيدروجيني (PH) لمحلول يحتوي على NH_3 بتركيز 0.15 mol / L و NH_4CL بتركيز 0.3mol/ L وقارن النتيجة مع قيمة PH محلول الامونيا ذي تركيز 0.15 M علما ان pkb = 4.74 .

وزاري
2013
تمهيدي

الحل //

(محلول منظم)

قاعدة ضعيفة وملحها

$$NH_3 \xleftrightarrow{H_2O} NH_4^+ + OH^-$$

$$NH_4CL \longrightarrow NH_4^+ + CL^-$$

ايون مشترك

$$POH = pkb + log \frac{[salt]}{[bast]}$$

$$POH = 4.74 + log \frac{0.3}{0.15}$$

$$POH = 4.74 + log\ 2$$

$$POH = 4.74 + 0.3 = 5.04$$

$$PH + POH = PKW = 14$$

$$PH = 14 - 5.04 \Longrightarrow PH = 8.96$$

للمقارنة مع محلول الامونيا (NH_4) قاعدة ضعيفة

زورونا على مواقع التواصل الاجتماعي
رحلة التفوق في السادس

$$NH_3 \xrightarrow{H_2O} NH_4^+ + OH^-$$

Y 0.0 0.0

y-x x x

pkb = - log kb

4.74 = - log kb ⟹ kb = 1.8 x 10^{-5}

$$Kb = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]}$$

$$1.8 \times 10^{-5} = \frac{X^2}{0.15 - \text{(تهمل)}}$$

$X^2 = 2.7 \times 10^{-6}$ ⟹ $X = 1.6 \times 10^{-3}$ M = $[OH^-]$

POH = - log $[OH^-]$ = - log 1.6 x 10^{-3} = - 0.2 + 3 = 2.8

PH+POH = pkw

PH + 2.8 = 14 PH = 11.2 للامونيا

المقارنة :-

PH للأمونيا = 11.2

PH للمحلول المنظم = 8.96

نلاحظ ان قيمة PH للامونيا انخفضت بعد اضافة احد املاحها (NH_4CL) بسبب تكون ايون مشترك يعمل على تنشيط التفاعل الخلفي فيقل تفكك الامونيا فيقل $[OH^-]$ (المتأين) فتقل القاعدية ويقل PH .

س 54 // تمرين (3 – 10) :

ما تركيز حامض الخليك في محلول يحوي اضافة الى الحامض ملح خلات الصوديوم بتركيز 0.3 mol / L اذا علمت ان قيمة PH المحلول كانت تساوي 4.31 ؟ علما ان ka = 1.8 x 10^{-5}

الحل //

$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$

$CH_3COONA \longrightarrow CH_3COO^- + NA^+$

محلول منظم (بفر)

(حامض ضعيف + ملحه)

Pka = -log ka = -log 1.8 x 10^{-5} = -0.26 + 5 = 4.74

$$PH = pka + \log \frac{[salt]}{[acid]}$$

$$4.31 = 4.74 + \log \frac{0.3}{[acid]}$$

$$-0.43 = \log \frac{0.3}{[acid]}$$

$$-0.43 + 1 - 1 = \log \frac{0.3}{[acid]}$$

$$0.57 - 1 = \log \frac{0.3}{[acid]}$$

للتخلص من log نأخذ log المقابل للطرف الأخر

$$3.7 \times 10^{-1} = \frac{0.3}{[acid]}$$

$$[acid] = \frac{0.3}{0.37} = 0.81\ M$$

س 55 // تمرين 11 : ما هو التأثير الناتج من اضافة(0.5 mol) او (26.75 y) من ملح كلوريد الامونيوم الى لتر من محلول الامونيا بتركيز (0.1 m) على درجة تفكك القاعدة ؟ اذا علمت ان ثابت تفكك القاعدة الضعيفة ($kb = 1.8 \times 10^{-5}$) علما(M لكلوريد الامونيوم 53.5 g/mol) H_2O

الحل // (قاعدة ضعيفة)

وزاري 2013

$$NH_3 \longleftrightarrow NH_4^+ + OH^-$$

0.1	0.0	0.0
0.1-X	X	X

$$Kb = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]}$$

$$1.8 \times 10^{-5} = \frac{X^2}{0.1 - X \text{ (تهمل)}} \Longrightarrow X^2 = 1.8 \times 10^{-6}$$

$$\therefore X = 1.3 \times 10^{-3}\ M$$ (المتأين)

درجة التفكك = $\frac{\text{التركيز المتأين للقاعدة}}{\text{التركيز الابتدائي}}$

∴ درجة التفكك = $\frac{1.3 \times 10^{-3}}{0.1}$

درجة التفكك = 1.3×10^{-2}

بعد اضافة كلوريد الامونيوم (NH_4CL) الى الامونيا يتكون محلول ايون مشترك

$$NH_3 \overset{H_2O}{\longleftrightarrow} NH_4^+ + OH^-$$

0.1	0.0	0.0
0.1 – x	x	x

$$NH_4CL \longrightarrow NH_4^+ + CL^-$$

0.5	0.5	0.5

ايون مشترك

$$Kb = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{NH_3}$$

$$1.8 \times 10^{-5} = \frac{(0.5+X)(X)}{0.1 - X \text{ (تهمل)}}$$

$$1.8 \times 10^{-5} = 5X \Longrightarrow X = 3.6 \times 10^{-6}\ M = [OH^-]$$

يجب ان نجد تركيز كلوريد الامونيوم اولاً اما من المولات او الغرامات

$$m = M.V.M$$

$$M = \frac{26.75}{1 \times 53.5} = 0.5\ M$$

او

$$M = \frac{n}{v\,(l)} = \frac{0.5}{1L} = 0.5\ M$$

المتأين بعد اضافة الملح (في محلول الايون المشترك)

درجة التفكك = $\frac{\text{التركيز المتأين}}{\text{التركيز الابتدائي}}$ ، درجة التفكك = $\frac{3.6 \times 10^{-6}}{0.1}$

∴ درجة التفكك = 3.6×10^{-5} اقل

بعد اضافة الملح

درجة التفكك = $\frac{1.3 \times 10^{-2}}{3.6 \times 10^{-5}}$ = 360

مهدي الحسناوي

س 56 // مثال (3 – 9) :

أحسب تركيز أيون H^+ و pH لمحلول مكون من مزيج من (0.1 M) حامض الخليك و (0.2 M) خلات الصوديوم علماً أن $Ka = 1.8 \times 10^{-5}$ ج// ($9x10^{-6}$, 5.04)

واجب

س 57 // مثال (3 – 10) :

ماذا يجب أن يكون تركيز كلوريد الأمونيوم في محلول يحتوي على أمونيا (Pkb = 4.74) بتركيز 0.1 M لتكون قيمة pH المحلول تساوي 9.0 ؟

واجب

سابعاً // محلول بفر

محلول بفر // هو محلول حامض ضعيف وملحه او قاعدة ضعيفة وملحها والذي يقاوم التغير في PH بعد إضافة حامض قوي او قاعدة قوية .

1) حامض ضعيف + ملحه

$$PH = Pka + \log \frac{[\,salt\,]}{[\,acid\,]}$$

A)) بعد إضافة حامض قوي

$$HCN \longleftrightarrow H^+ + CN^-$$
$$NaCN \longrightarrow Na^+ + CN^-$$
$$HCl \longrightarrow H^+ + Cl^-$$

ايون حامض قوي

$$PH = Pka + \log \frac{[\,Salt\,] - [\,H^+]}{[\,Acid\,] + [\,H^+]}$$

يقل (البسط) ، يزداد (المقام)

B)) بعد إضافة قاعدة قوية

$$HCN \longleftrightarrow H^+ + CN^-$$
$$NaCN \longrightarrow Na^+ + CN^-$$
$$NaOH \longrightarrow Na^+ + OH^-$$

ايون قاعدة قوية

$$PH = Pka + \log \frac{[\,Salt\,] + [\,OH^-]}{[\,Acid\,] - [\,OH^-]}$$

يزداد (البسط) ، يقل (المقام)

2) قاعدة ضعيفة + ملحها

$$PoH = Pkb + \log \frac{[\,salt\,]}{[base\,]}$$

زورونا على مواقع التواصل الاجتماعي
رحلة التفوق في السادس

A)) بعد إضافة حامض قوي

$NH_3 + H_2O \longleftrightarrow NH_4^+ + OH^-$

$NH_4Cl \longrightarrow NH_4^+ + Cl^-$

$HCl \longrightarrow H^+ + Cl^-$

$$PoH = Pkb + \log \frac{[Salt]+[H^+]}{[base]-[H^+]}$$

B)) بعد إضافة قاعدة قوية

$NH_3 + H_2O \longleftrightarrow NH_4^+ + OH^-$

$NH_4Cl \longrightarrow NH_4^+ + Cl^-$

$NaOH \longrightarrow Na^+ + OH^-$

$$PoH = Pkb + \log \frac{[Salt]-[OH^-]}{[base]+[OH^-]}$$

كيفية حساب $[H^+]$ للحامض القوي المضاف او تركيز $[OH^-]$ للقاعدة القوية المضافة .

1) اذا كانت الإضافة بـ (المول) $M = \frac{n}{V}$ ← $[H^+]$ او $[OH^-]$

2) اذا كانت الإضافة بـالغرامات $m = M . V . M$ ← $[H^+]$ او $[OH^-]$

3) اذا كانت الإضافة تركيز مع حجم فنستخدم قانون التخفيف $M_1 V_1 = M_2 V_2$ ← $[H^+]$ او $[OH^-]$

ملاحظة // اذا كان الحامض او القاعدة المضاف مثل ($Ba(OH)_2$, $Ca(OH)_2$, H_2SO_4)
فيجب ان يضرب التركيز X 2

س 58 // مثال (3 – 11) : احسب قيمة الاس الهيدروجيني (PH) بعد إضافة 1ml من حامض الهيدروليك تركيزه 10 M الى لتر من محلول بفر مكون من حامض الخليك بتركيز 0.1 M وخلات الصوديوم بتركيز 0.1 M علماً ان Pka = 4.74

الحل // تركيز $[H^+]$ للحامض المضاف

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

$$10 * \frac{1}{1000} = M_2 * 1$$

$$M_2 = 0.01\ M = [H^+]$$

$$PH = Pka + \log \frac{[Sal]-[H^+]}{[Acid]+[H^+]}$$

$$PH = 4.74 + \log \frac{0.1-0.01}{0.1+0.01}$$

$$PH = 4.74 + \log \frac{0.09}{0.11}$$

$$PH = 4.74 + \log 9 - \log 11$$

$$PH = 4.74 + (0.95 - 1.05)$$

$$PH = 4.74 - 0.10 = 4.64$$

مهدي الحسناوي

س 59 // تمرين (3 – 12) : احسب قيمة الاس الهيدروجيني (PH)
أ) للتر من محلول بفر مكون من الامونيا بتركيز 0.1 M و كلوريد الامونيوم بتركيز 0.1 M
ب) لنفس محلول بفر لكن بعد إضافة 1mL من محلول حامض الكبريتيك تركيزه 10 M ثم احسب مقدار التغير في PH وناقش النتيجة علماً Pkb = 4.74

الحل //

أ)) نحسب PH للأيون المشترك

$$PoH = Pkb + \log \frac{[salt]}{[base]}$$

$$POH = 4.74 + \log \frac{0.1}{0.1}$$

$$POH = 4.74$$

$$PH = 14 - POH$$
$$= 14 - 4.74$$
$$PH_1 = 9.26$$

ب) بعد إضافة H_2SO_4 يتكون محلول بفر

تركيز $[H^+]$ للحامض المضاف

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

$$10 * \frac{1}{1000} = M_2 * 1$$

$$M_2 = 0.01 \text{ M}$$

$H_2SO_4 \longrightarrow$	$2H^+$	$+ SO_4^{-2}$
0.01	0.0	0.0
0.0	0.02	0.01

$$[H^+] = 0.02 \text{ M}$$

$$POH = Pkb + \log \frac{[Salt]+[H^+]}{[base]-[H^+]}$$

$$POH = 4.74 + \log \frac{0.1+0.02}{0.1-0.02}$$

$$POH = 4.74 + \log \frac{0.12}{0.08}$$

$$PH = 4.74 + \log 3 - \log 2$$

$$PH = 4.74 + (0.4 - 0.3)$$

$$PH = 4.84$$

$$PH_2 = 14 - POH$$
$$= 14 - 4.84 = 9.16$$

نحسب ΔPH

$$\Delta PH = PH_2 - PH_1$$
$$= 9.16 - 9.26 \quad = -0.1$$

نلاحظ ان PH بعد إضافة الحامض قد قلت بمقدار قليل جداً بسبب وجود الايون المشترك .

مهدي الحسناوي

س60 / احسب مقدار التغيير في PH بعد إضافة 0.01 M هيدروكسيد الصوديوم الى لتر من محلول بفر مكون من حامض خليك وخلات الصوديوم تركيز كل منهما (0.1 M) علماً ان

$\log 1.8 = 0.26$ $Ka = 1.8 * 10^{-5}$ $\log 3 = 0.477$ $\log 11 = 1.04$

الحل //

نحسب PH_1 قبل إضافة NaOH للأيون المشترك

(حامض ضعيف + ملحه)

$Pka = -\log Ka$

$= - \log 1.8 * 10^{-5}$

$= - (0.26 - 5)$

$= 4.74$

$\Delta PH = PH_2 - PH_1$

$$PH = Pka + \log \frac{[salt]}{[acid]}$$

$$= 4.74 + \log \frac{0.1}{0.1}$$

$$PH_1 = 4.74$$

وزاري
2014
دور ثالث

نحسب PH_2 بعد إضافة NaOH لمحلول بفر

تركيز $[OH^-]$ للقاعدة المضافة

$$NaOH \longrightarrow Na^+ + OH^-$$

NaOH	Na^+	OH^-
0.01	0.0	0.0
0.0	0.01	0.01

$$PH_2 = Pka + \log \frac{[Salt]+[OH^-]}{[acid]-[OH^-]}$$

$$= 4.74 + \log \frac{0.1+0.01}{0.1-0.01}$$

$$= 4.74 + \log \frac{0.11}{0.09}$$

$$= 4.74 + \log 11 - \log 9$$

$$= 4.74 + (1.04 - 0.954)$$

$$PH_2 = 4.84$$

انتبه !!!
لم يعطي في السؤال log 9 وانما اعطى log 3

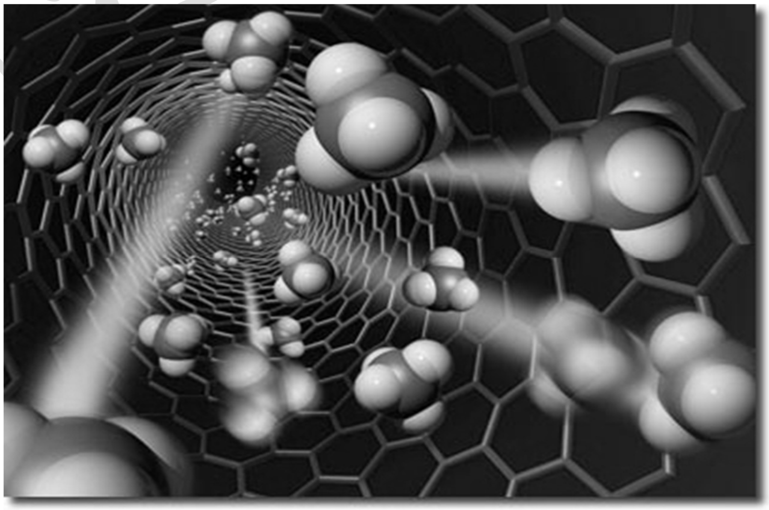
$Log9 = \log 3^2 = 2\log 3 = 2 * 0.477 = 0.954$

نحسب ΔPH

$\Delta PH = PH_2 - PH_1$

$= 4.826 - 4.74 \quad = 0.085$

التغير موجب لأن المضاف قاعدة



س61 / نصف لتر من محلول HCN 0.1 M و KCN 0.3 M احسب ΔPH عند إضافة 0.025 mol من H_2SO_4 علماً ان pka = 9.31 log 3 = 0.48

الحل // $\Delta PH = PH_2 - PH_1$

نحسب PH_1 للأيون المشترك (حامض ضعيف + ملحه) قبل تضتفة H_2SO_4

2015
تمهيدي

$$PH = Pka + \log \frac{[salt]}{[acid]}$$

$$= 9.31 + \log \frac{0.3}{0.1}$$

$$= 9.31 + \log 3$$

$$= 9.31 + 0.48$$

$$PH_1 = 9.79$$

نحسب PH_2 بعد إضافة H_2SO_4 محلول بفر

الإضافة بالمولات من حامض H_2SO_4

$$M_{H_2SO_4} = \frac{n}{v} = \frac{0.025}{0.5} = 0.05\ M$$

$$H_2SO_4 \longrightarrow 2H^+ + SO_4^{-2}$$

0.05	0.0	0.0
0.0	0.05 * 2	0.01
	0.1 M	

$$PH_2 = Pka + \log \frac{[Salt]-[H^+]}{[acid]+[H^+]}$$

$$= 9.31 + \log \frac{0.3-0.1}{0.1+0.1}$$

$$= 9.31 + \log \frac{0.2}{0.2}$$

$$PH = 9.31$$

نحسب ΔPH

$$\Delta PH = PH_2 - PH_1$$

$$= 9.31 - 9.79 = -0.48$$

القيمة سالبة لأن المضاف حامض

س62 /

احسب ΔPH بعد إضافة (0.01 M) H_2SO_4 الى محلول بفر مكون من حامض الخليك وخلات الصوديوم تركيز كل منهما (0.1 M) علماً ان $Ka = 1.8 * 10^{-5}$

log 1.8 = 0.26   log 3 = 0.477   Log 2 = 0.3   (ج // 0.177 -)

2015
دور اول

س63 /

احسب ΔPH بعد إضافة (0.025 M) محلول $Ba(OH)_2$ الى لتر من محلول مكون من 0.1 M NH_3 و 0.3 M NH_4Cl علماً ان $Kb = 2 * 10^{-5}$

Log 2 = 0.3 log 3 = 0.477 log 1.6 = 0.2

الحل // نحسب PH_1 للأيون المشترك

$\Delta PH = PH_2 - PH_1$

(قاعدة ضعيف + ملحها) قبل إضافة $Ba(OH)_2$

2015
دور ثاني

$Pkb = -\log Kb$

$= -\log 2 * 10^{-5}$

$= -(0.3 - 5)$

$= 4.7$

$$POH = Pkb + \log \frac{[salt]}{[base]}$$

$$= 4.7 + \log \frac{0.3}{0.1}$$

$$= 4.7 + \log 3$$

$$= 4.7 + 0.47$$

$$POH = 5.17$$

$$PH_1 = 14 - POH \quad = 14 - 5.17 \quad = 8.83$$

نحسب PH_2 بعد إضافة $Ba(OH)_2$ لمحلول بفر

$$POH = Pkb + \log \frac{[Salt]-[OH^-]}{[base]+[OH^-]}$$

$$= 4.7 + \log \frac{0.3-0.05}{0.1+0.05}$$

$$= 4.7 + \log \frac{0.25}{0.15}$$

$$= 4.7 + \log 1.6$$

$$= 4.7 + 0.2$$

$$POH = 4.9$$

$$PH_2 = 14 - POH$$

$$= 14 - 4.9 \quad = 9.1$$

نحسب تركيز $[OH^-]$ للقاعدة المضافة

$$Ba(OH)_2 \longrightarrow Ba^{+} + 2OH^{-}$$

0.025	0.0	0.0
0.0	0.025	0.025 * 2
		= 0.05 M

نحسب ΔPH

$$\Delta PH = PH_2 - PH_1$$

$$= 9.1 - 8.83 \quad = 0.27$$

القيمة موجبة لأن المضاف قاعدة

مهدي الحسناوي

س64 // احسب قيمة PH

1) لتر من محلول بفر مكون من الامونيا وكلوريد الامونيوم بتركيز (0.1 M) لكل منهما .

2) بعد إضافة (2ml) من محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه (5 M)

ثم احسب ΔPH علماً ان $Kb = 1.8 * 10^{-5}$ $log1.8 = 0.26$ $log3 = 0.477$ $log11 = 1.04$

الحل// (قاعدة ضعيف + ملحها) قبل إضافة $Ba(OH)_2$

وزاري
2016
دور اول

$$Pkb = -\log Kb$$
$$= -\log 1.8 * 10^{-5}$$
$$= -(0.26 - 5)$$
$$= 4.74$$

$$POH = Pkb + \log \frac{[salt]}{[base]}$$
$$= 4.7 + \log \frac{0.1}{0.1}$$
$$POH = 4.74$$
$$PH_1 = 14 - POH$$
$$= 14 - 7.74 = 9.26$$

2) نحسب بعد إضافة NaOH يتكون محلول بفر

تركيز $[OH^-]$ للقاعدة المضافة

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$
$$10 * \frac{1}{1000} = M_2 * 1$$
$$M_2 = 0.01\ M = [OH^-]$$

$$POH = Pkb + \log \frac{[Salt]-[OH^-]}{[base]+[OH^-]}$$
$$= 4.74 + \log \frac{0.1-0.01}{0.1+0.01}$$
$$= 4.74 + \log \frac{0.09}{0.11}$$
$$= 4.74 + \log 9 - \log 11$$
$$= 4.74 + (0.954 - 1.04)$$
$$= 4.74 - 0.086$$
$$POH = 4.654$$

انتبه !!!
لم يعطي في السؤال log 9 وانما اعطى log 3
$Log9 = log3^2 = 2log3 = 2* 0.477 = 0.954$

نحسب ΔPH

$$\Delta PH = PH_2 - PH_1$$
$$= 9.35 - 9.26 \quad = 0.09$$

القيمة موجبة لأن المضاف قاعدة

س65 // لتر من محلول يحتوي على 0.04 M حامض ضعيف و 0.02 M ملحه ماعدد مولات $Ca(OH)_2$ اللازم اضافتها الى المحلول لتصبح PH تساوي 5.3

log 2 = 0.3 , Pka = 5

الحل //

$$PH = Pka + \log\frac{[Salt]+[OH^-]}{[acid]-[OH^-]}$$

$$5.3 = 5 + \log\frac{0.02+[OH^-]}{0.04-[OH^-]}$$

$$5.3 - 5 = \log\frac{0.02+[OH^-]}{0.04-[OH^-]}$$

$$0.3 = \log\frac{0.02+[OH^-]}{0.04-[OH^-]}$$

$$\log 2 = \log\frac{0.02+[OH^-]}{0.04-[OH^-]}$$

$$0.02 + [OH^-] = 0.08 - 2[OH^-]$$

$$3[OH^-] = 0.06$$

$$[OH^-] = \frac{0.06}{3} = 0.02\ M$$

$$Ca(OH)_2 \longrightarrow Ca^{+2} + 2OH^-$$

y	0	0
0	y	2y

$$[OH^-] = 2y$$

$$Y = \frac{[OH^-]}{2} = \frac{0.02}{2}$$

$= 0.01\ M = [Ca(OH)_2]$

$= 0.01$ mol — لأن v = 1L

س / اثرائي // واجب / احسب قيمة PH

1) للتر من محلول بفر يتكون من 0.1 M حامض الخليك و 0.1 M خلات الصوديوم

2) لنفس المحلول بعد إضافة (1g) من NaOH (M = 40 g/mol) الى لتر من المحلول

3) احسب ΔPH ثم ناقش النتائج

علماً $Ka = 2 * 10^{-5}$ log 1.6 = 0.2 log 2 = 0.3 (ج // ΔPH = 0.2)

س66 / لتر من محلول امونيا دالته الحامضية 11 ودرجة تفكك الامونيا فيه 0.02 احسب

1) PH بعد إضافة NH_4Cl 0.1 mol (ج // 9)

2) PH بعد إضافة KOH 0.05 mol الى المحلول المتكون اولاً (ج // 9.6)

الذوبانية و ثابت حاصل الذوبان

تم تصنيف المواد حسب ذوبانيتها في بداية الفصل و قد أشرنا الى المواد الشحيحة الذوبان و التي تخضع عملية ذوبانها في الماء الى حالة اتزان تنشأ بين الجزء الصلب (الغير ذائب) و بين الأيونات الناتجة من تفككه .

$$CaCO_3 \longleftrightarrow Ca^{+2} + CO_3^{-2}$$

المادة الشحيحة (الغير متفككة) — اتزان — المادة المتفككة (الأيونات المتفككة الذائبة)

الذوبانية المولارية :- هي عدد مولات المادة التي تذوب في لتر واحد من المحلول المشبع للمادة عند الأتزان بين المادة الصلبة و محلول المادة و يرمز للذوبانية المولارية بالرمز (S) .

ثابت حاصل الذوبانية " Ksp "

هي الكمية الناتجة من حاصل ضرب التراكيز المولارية (عند حالة الأتزان) للأيونات الناتجة من تفكك المادة شحيحة الذوبان كلاً الى أس مساوٍ لعدد المولات في المادة .

$$AgCl \longleftrightarrow Ag^{+} + Cl^{-}$$

راسب صلب (غير ذائب) — ذائب S — ذائب S

$$Keq = \frac{[Ag^{+}][Cl^{-}]}{AgCl}$$

$$K_{sp} = [Ag^{+}][Cl^{-}]$$

AgCl مادة صلبة غير ذائبة

تركيزها ثابت = 1

التوازن هو توازن ذوبان

لذا نكتب العلاقة بالشكل التالي

$$K_{sp} = S \times S$$
$$= S^2$$

$$Ca_3(PO_4)_2 \longleftrightarrow 3Ca^{+2} + 2PO_4^{-}$$

3S — 2S

$$K_{sp} = [Ca^{+2}]^3 [PO_4]^2$$
$$= (3S)^3 \times (2S)^2$$
$$K_{sp} = 108 S^2$$

علل // تختلف المواد في قابلية ذوبانها في الماء ؟

ج // تختلف المواد في قابلية ذوبانها أعتماداً على الفرق في مقدار الطاقة اللازمة لكسر الأواصر الرابطة بين الأيونات المكونة و الطاقة الناتجة لأنتشار هذه الأيونات في الماء ؟

س // علام تعتمد قابلية ذوبان أي مادة أيونية في الماء ؟

ج // تعتمد قابلية ذوبان المواد الأيونية في الماء على الفرق في مقدار الطاقة اللازمة لكسر الأواصر الرابطة بين الأيونات المكونة للمادة و مقدار ما ينتج من طاقة نتيجة أنتشار الأيونات في الماء .

س67 / أكتب علاقة ثابت حاصل الذوبان للأملاح الشحيحة التالية :-

$BaSO_4$ //1 — $Zn(OH)_2$ // 3 — $Fe(OH)_3$ // 5

$PbSO_4$ // 2 — CaF_2 // 4 — $AgCrO_4$ // 6

مهدي الحسناوي

و تحسب الذوبانية المولارية بـ (mol / L) .
أما الذوبانية الغرامية فتحسب بـ (g / l) .
و لتحويل الذوبانية الغرامية الى ذوبانية مولارية تستخدم العلاقة :

الذوبانية المولارية للمادة = $\frac{\text{الذوبانية الغرامية للمادة}}{\text{الكتلة المولية للمادة}}$ أو $\frac{g}{L} = S . M$

" ملاحظة مهمة "

يمكن التعرف على الملح الشحيح الذوبان من وجود التعابير التالية (ثابت حاصل الذوبان , محلول مائي مشبع , الذوبانية المولارية , حالة الأشباع) .

س 68 // تمرين 13 : احسب ثابت حاصل الاذابة Ksp لملح يودات الرصاص $Pb(IO_3)_2$ اذا علمت ان اللتر الواحد من المحلول المشبع يحتوي $3.9 * 10^{-5}$ M منه

الحل //

$$Pb(IO_3)_2 \longleftrightarrow Pb^{+2} + 2IO_3^-$$

S 2S

$K_{SP} = [Pb^{+2}] [IO_3^-]^2$

$= (S) (2S)^2$

$= 4S^3$

$= 4 (3.9 * 10^{-5})^3$

$= 237 * 10^{-15}$

$= 2.37 * 10^{-13}$

س 69 // تمرين (3 – 15) :

أحسب الذوبانية المولارية بدلالة (g / l) لملح كلوريد الفضة (M = 143.5 g / mol) في محلوله عند حالة الأتزان اذا علمت أن $K_{sp}(AgCl) = 1.8 \times 10^{-10}$

الحل //

$$AgCl \longleftrightarrow Ag^+ + Cl^-$$

S S

$K_{sp} = [Ag^+] [Cl^-]$

$K_{sp} = S \times S$

$1.8 \times 10^{-10} = S^2$

$S = 1.34 \times 10^{-5}$ M

الذوبانية (g/L) $= S \times M$

الذوبانية (g / L) $= 1.34 \times 10^{-5} \times 143.5$

$= 1.93 \times 10^{-3}$ g / L

س 70 // تمرين (3 – 14) : اذا علمت أن لتر واحد من المحلول المشبع لكرومات الفضة Ag_2CrO_4 (M = 332 g / mole) يحوي (0.0215 g) من الملح . أحسب ثابت حاصل الذوبان لهذا الملح ؟

الحل //

$$Ag_2CrO_4 \rightleftarrows 2Ag^+ + CrO_4^{-2}$$

لتر واحد من المحلول المشبع يحوي على (0.0215 g)

$$S (M) = \frac{S(\frac{g}{l})}{M}$$

$$S (M) = \frac{0.0215\,\frac{g}{L}}{332\,\frac{g}{mol}}$$

$$= 6.47 \times 10^{-5} \quad mol / L$$

$$K_{sp} = [Ag+]^2 \times [CrO_4^{-2}]$$

$$= (2S)^2 \times (S)$$

$$K_{sp} = (2 \times 6.47 \times 10^{-5})^2 \times (6.47 \times 10^{-5})$$

$$= 1.1 \times 10^{-12}$$

س 71 // مثال (3 – 13) :

أحسب قيمة ثابت حاصل الذوبان K_{sp} لملح كبريتات الباريوم أذا علمت أن لتر واحد من محلوله المائي المشبع يحوي (0.0025 g) من ملح ($BaSO_4$) الذائب

واجب

س72 //

وجد أن قيمة ثابت حاصل الذوبان للمحلول المائي المشبع لـ CaF_2 تساوي 32×10^{-12} أحسب :-

1 // الذوبانية المولارية للملح

2 // الذوبانية الغرامية علماً أن ($M\ CaF_2 = 78$ g / mol)

واجب

الحاصل الأيوني :- حاصل ضرب التراكيز المولارية لأيونات الملح الشحيح .

هو حاصل ضرب التراكيز المولارية للأيونات في المحلول المائي الشحيح الذوبان كل منها مرفوع الى أس يمثل عدد المولات في المادة و يقارن مع ثابت حاصل الذوبان لتحديد حصول الترسيب أم لا .

و يستفاد من الحاصل الأيوني في تحديد حصول عملية الترسيب

1 // أذا كان الحاصل الأيوني < K_{sp} (يحصل ترسيب)

2 // أذا كان الحاصل الأيوني = K_{sp} فالتفاعل في حالة اشباع (أتزان)

3 // أذا كان الحاصل الأيوني > K_{sp} فلا يحصل ترسيب (يحصل أذابة)

~~~~~~م

رحلة التفوق في السادس
عطاء بلا حدود
A .M. Z
~~~~~~

س73 // مثال : ذوبانية AgI في الماء تساوي $(10^{-8}\ M)$ هل يحصل ترسيب أم لا لمحلول أخر يحوي على أيونات Ag^+ , I^- بتركيز $(10^{-}\ M)$ لكل منهما ؟ خارجي

الحل //

$$AgI \longleftrightarrow Ag^+ + I^-$$

S S

10^{-8} 10^{-8}

$K_{sp} = [Ag^+][I^-]$

$= 10^{-8} \times 10^{-8}$

$= 10^{-16}$

و لتحديد حصول الترسيب في المحلول الأخير نحسب الحاصل الأيوني " حاصل ضرب تراكيز أيونات الراسب "

$[Ag^+][I^-] = 1 \times 10^{-9} * 1 \times 10^{-9}$

الحاصل الأيوني $= 1 \times 10^{-18}$

∴ حاصل ضرب التراكيز $< K_{sp}$

∴ لايحصل ترسيب

س 74 // تمرين 16 : هل يتكون راسب عند مزج (10 ml) من (0.01 M) محلول يحتوي ايونات SO_4^{-2} مع (10 ml) من (0.001 M) محلول يحتوي على Ba^{+2} $K_{SP}(BaSO_4) = 1.6 * 10^{-10}$

الحل // لكي يحصل ترسيب يجب ان يكون الحاصل الايوني اكبر او يساوي K_{SP}

$$M_1V_1\ _{SO_4^{-2}} = M_2V_2\ _{SO_4^{-2}}$$

$$0.01 * \frac{10}{100} = M_2 * \frac{20}{1000}$$

$M_2 = 5 * 10^{-3}\ M$

$$M_1V_1\ _{Ba^{+2}} = M_2V_2\ _{Ba^{+2}}$$

$$0.01 * \frac{10}{1000} = M_2 * \frac{20}{1000}$$

$M_2 = 5 * 10^{-4}\ M$

$$BaSO_4 \longleftrightarrow Ba^{+2} + SO_4^{-2}$$

حاصل ايوني $= [Ba^{+2}][SO_4^{-2}]$

$= (5 * 10^{-4})(5 * 10^{-3})$

$= 25 * 10^{-7}$

بما انه حاصل ايوني $> K_{SP}$

لذلك يتكون راسب

س 75 // مثال (3 – 12) : ما هي الذوبانية المولارية لملح كبريتات الرصاص $PbSO_4$ ؟ اذا علمت ان ثابت حاصل الذوبان لهذا الملح $Ksp = 1.6 * 10^{-8}$

واجب

مهدي الحسناوي

رحلة التفوق في السادس
عطاءٌ بلا حدود
A .M. Z

س 76 // تمرين (3 – 19) : ماهي أقل حالة حامضية (pH) لمحلول يحوي أيون الحديد (III) بتركيز يساوي (2×10^{-10} M) التي اذا تم الوصول اليها او تجاوزها يبدأ راسب هيدروكسيد الحديد (III) بالظهور في المحلول ($K_{sp} = 5 \times 10^{-38}$) .

الحل //

أن أقل تركيز لأيون الهيدروكسيد يبدأ عنده الترسيب يكون عندما يصل التفاعل حالة أتزان بين (حاصل ضرب تراكيز الأيونات و ثابت حاصل الذوبان (K_{SP})

$$Fe(OH)_3 \longleftrightarrow Fe^{+3} + 3OH^-$$

$$[Fe^{+3}][OH^-]^3 = K_{sp} = 5 \times 10^{-38}$$

$$(2 \times 10^{-10}) * [OH^-]^3 = 5 \times 10^{-38}$$

$$[OH^-] = 6.3 \times 10^{-10}$$

$$[H^+] \times [OH^-] = 1 \times 10^{-10}$$

$$[H^+] = \frac{1\times10^{-14}}{6.3\times10^{-10}}$$

$$[H^+] = 1.587 \times 10^{-5} \ m$$

$$pH = -\log 1.5 \times 10^{-5}$$

$$= 4.799$$

س 77 // مثال 14 : أذا علمت أن تركيز أيون الفلوريد (F^-) في محلول يساوي (2×10^{-2} m) أحسب أدنى تركيز من أيون الكالسيوم يكون لازماً وجوده في المحلول لبدء ترسيب ملح فلوريد الكالسيوم CaF_2 ($K_{sp} = 4.9 \times 10^{-11}$) .

الحل //

ان ادنى تركيز من أيون الكالسيوم لازم لبدء الترسيب نجده عندما يكون (حاصل ضرب تراكيز الأيونات) أكبر أو يساوي ثابت حاصل الذوبان (K_{SP})

$$CaF_2 \longleftrightarrow Ca^{+2} + 2F^-$$

$$K_{sp} = [Ca^+] \times [2F^-]$$

$$4.9 \times 10^{-11} = [Ca^{+2}] \times [2 \times 10^{-2}]^2$$

$$[Ca^{+2}] = \frac{4.9\times10^{-1}}{4\times10^{-4}}$$

$$[Ca^{+2}] = 1.2 \times 10^{-7}$$

(أدنى تركيز لأيون الكالسيوم)

العوامل المؤثرة على الذوبانية

1 // تأثير درجة الحرارة :- تزداد ذوبانية معظم المواد الشحيحة الذوبان بزيادة درجة الحرارة

علل // أن ذوبان أي مادة يصاحبها أرتفاع أو انخفاض في درجة حرارة المحلول ؟

ج // بسبب الفرق بين الطاقة الممتصة و الطاقة المتحررة .

---

2 // تأثير الأيون المشترك :- أن وجود أيون مشترك في محلول الألكتروليت الشحيح الذوبان يؤدي الى خفض ذوبانية الألكتروليت الشحيح الذوبان حسب قاعدة لو – شاتليه لأنها تغير موقع الأتزان و تنشط التفاعل الخلفي لذا تقل ذوبانية الألكتروليت الشحيح الذوبان و يزداد الترسيب في محلوله .

علل // تقل ذوبانية CaF_2 بأضافة NaF الى محلوله ؟

علل // يزداد ترسيب ملح يودات الباريوم بإضافة يودات البوتاسيوم ؟

$$Ba(IO_3)_2 \longleftrightarrow Ba^{+2} + 2IO_3^-$$

$$KIO_3 \longrightarrow K^+ + IO_3^-$$

أيون مشترك

بسبب تكون زيادة من الأيون المشترك (IO_3^-) الذي يزيح موقع الأتزان حسب قاعدة لو – شاتليه فينشط التفاعل الخلفي فتقل ذوبانية $Ba(IO_3)_2$ لذا سيزداد الترسيب .

مهدي الحسناوي

س 78 // ذوبانية $BaSO_4$ في لتر من محلول $NaSO_4$ (0.012 m) تساوي (1×10^{-8})
أحسب عدد غرامات $(BaSO_4)$ في محلولها المائي المشبع ؟
علماً أن الكتلة المولية $BaSO_4$ تساوي (233 g / mol) .

الحل//

$BaSO_4 \longleftrightarrow Ba^{+2} + SO_4^{-2}$ أيون مشترك

$Na_2SO_4 \longleftrightarrow 2Na^{+2} + SO_4^{-2}$

$K_{sp} = [Ba^{+2}][SO_4^{-2}] = 1 \times 10^{-8} (1 \times 10^{-8} + 0.01)$ تهمل

$K_{sp} = 1 \times 10^{-10}$

$BaSO_4 \longleftrightarrow Ba^{+2} + SO_4^{-2}$

S S

$Ksp = [Ba^{+2}][SO_4^{-2}]$

$10^{-10} = S^2$

$S = 10^{-5}$ M

m = M . v . M

$= 10^{-5} * 1 * 233 \qquad = 233 * 10^{-5}$ g

س 79 // تمرين (3 – 17) :
قيمة ثابت حاصل الأذابة لملح فلوريد المغنيسيوم (MgF_2) تساوي $(K_{sp} = 6.5 \times 10^{-9})$.
1 // أحسب الذوبانية المولارية لهذا الملح في الماء النقي .
2 // أحسب الذوبانية المولارية لهذا الملح في محلول فلوريد الصوديوم NaF (ألكتروليت قوي) تركيزه (0.1 m) ثم قارن النتيجتين ؟

الحل //

$MgF_2 \longleftrightarrow Mg^{+2} + 2F^-$

S 2S

$K_{sp} = [Mg^{+2}][F^-]^2$

$6.5 \times 10^{-9} = 4S^3$

$S = 1.8 \times 10^{-3}$ M (الذوبانية في المحلول المائي)

$MgF_2 \longleftrightarrow Mg^{+2} + 2F^-$

Y 2y

$NaF \longrightarrow Na^+ + F^-$

0.1 0.1

$K_{sp} = [Mg^+][F^-]$

$6.5 \times 10^{-9} = [Mg^+]^2 [2y + 0.1]^2$ تهمل

$6.5 \times 10^{-9} = [Mg^{+2}](0.1)^2$

$6.5 \times 10^{-9} = y(0.1)^2$

$Y = 6.5 \times 10^{-7}$ m (الذوبانية في محلول الأيون المشترك)

نلاحظ أن الذوبانية المولارية في محلول الأيون المشترك أقل بكثير من الذوبانية المولارية في المحلول المائي لأن الأيون المشترك يعمل على خفض ذوبانية المادة لأنه ينشط التفاعل الخلفي و يقلل من تفكك الألكتروليت الشحيح .

مهدي الحسناوي

س 80 // مثال (3 – 15) : ما هي الذوبانية المولارية لملح يودات الباريوم
$Ba(IO_3)_2$ ($K_{sp} = 1.57 \times 10^{-9}$) .
1 // في الماء النقي ؟
2 // في محلول يودات البوتاسيوم KIO_3 بتركيز (0.02 mol / L) ثم قارن النتائج ؟

واجب

---

3 // تأثير الأس الهيدروجيني :- أن قيمة pH تؤثر على ذوبانية المواد الشحيحة في محاليلها .

علل // تزداد ذوبانية $Mg(OH)_2$ عند تقليل pH أو زيادة [H^+] في محلوله المشبع

$$Mg(OH)_2 \longleftrightarrow Mg^{+2} + 2OH^-$$

ج // أن تقليل pH يعني زيادة [H^+] في المحلول ما يؤدي الى اتحاد أيونات H^+ مع أيونات OH^- لتكوين جزيئات الماء و لتعويض النقص الحاصل في أيونات OH^- يزيد المركب $Mg(OH)_2$ من تفككه أي تزداد ذوبانيته .

علل // تقل ذوبانية $Zn(OH)_2$ عند زيادة pH المحلول ؟

$$Zn(OH)_2 \longleftrightarrow Zn^{+2} + 2OH^-$$

ج // لأن زيادة pH تؤدي الى تقليل [H^+] وزيادة في [OH^-] و لزيادة في [OH^-] تؤدي الى تنشيط التفاعل الخلفي فيقل تفكك المركب $Zn(OH)_2$ فتقل ذوبانيته .

س 81 // تمرين (3 – 18) : أحسب ذوبانية هيدروكسيد الخارصين في محلول ثبت حامضيته عند :
1) pH = 6   2) pH = 9
أذا علمت أن ($K_{sp}(Zn(OH)_2) = 1.2 \times 10^{-17}$) ثم ناقش النتائج ؟

وزاري 2013

الحل // 1 //

$[H^+] = 10^{-PH} = 10^{-6} M$

$[OH^-] [H^+] = 1 \times 10^{-14}$

$[OH^-] = \frac{1 \times 10^{-14}}{1 \times 10^{-6}} = 1 \times 10^{-8}\ M$

$Zn(OH)_2 \longleftrightarrow Zn^{+2} + 2OH^-$

1×10^{-8}

$Ksp = [Zn^{+2}] [OH^-]^2$

$1.2 \times 10^{-17} = [Zn^{+2}] (1 \times 10^{-8})^2$

$[Zn^{+2}] = \frac{1.2 \times 10^{-17}}{1 \times 10^{-16}}$

$[Zn^{+2}] = 1.2 \times 10^{-1} = 0.12\ M$

//2

$PH = 9$

$[H^+] = 10^{-PH} = 10^{-9}\ m$

$[H^+] [OH^-] = 1 \times 10^{-14}$

$[OH^-] = \frac{1 \times 10^{-14}}{1 \times 10^{-9}} = 1 \times 10^{-5}\ m$

$Zn(OH)_2 \longleftrightarrow Zn^{+2} + 2OH^-$

1×10^{-5}

$Ksp = [Zn^{2+}] [OH^-]^2$

$1.2 \times 10^{-17} = [Zn^{2+}] (1 \times 10^{-5})^2$

$[Zn^{+2}] = \frac{1.2 \times 10^{-17}}{1 \times 10^{-10}} = 1.2 \times 10^{-7}\ M$

المناقشة // نلاحظ ان ذوبانية المادة قد تأثر بتغير قيمة PH في المحلول حيث في (PH = 6) زيادة في الحامضية نلاحظ زيادة ذوبانية المادة اما في (PH = 9) محلول قاعدي نلاحظ ان ذوبانية المادة قد قلت .

س 82 // مثال (3 – 16) : احسب الذوبانية المولارية لهيدروكسيد المغنيسيوم في محلول مائي تثبت درجة حموضيته عند (PH = 10.5) ($ksp = 1.8 \times 10^{-11}$)

واجب

س83 /الذوبانية المولارية لملح $PbSO_4$ في محلوله المائي المشبع ($1 * 10^{-4}$ M) بين كم مل من حامض H_2SO_4 بتركيز (10 M) يجب اضافته الى لتر من المحلول لجعل الذوبانية المولارية ($1 * 10^{-6}$ M) .

وزاري 2015 تمهيدي

الحل //

نحسب اولاً Ksp

$$PbSO_4 \rightleftharpoons Pb^{+2} + SO_4^{-2}$$

S S

10^{-4} 10^{-4}

$$Ksp = [Pb^{+2}][SO_4^{-2}]$$

$$= (10^{-4})^2 = 10^{-8}$$

بعد اضافة H_2SO_4 يتكون ايون مشترك

$$PbSO_4 \rightleftharpoons Pb^{+2} + SO_4^{-2}$$

Y Y

10^{-6} 10^{-6}

$$H_2SO_4 \longrightarrow 2H^+ + SO_4^{-2}$$

A 0 0

0 2A A

$$Ksp = [Pb^{+2}][SO_4^{-2}]$$

$$10^{-8} = 10^{-6}\left(A + \frac{10^{-6}}{\text{تهمل}}\right)$$

$$A = \frac{10^{-8}}{10^{-6}} = 0.01\ M = [H_2SO_4]$$

نحسب حجم الحامض المضاف من قانون التخفيف

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

$$10 * V_1 = 0.01 * 1$$

$$V_1 = \frac{0.01}{10} = 0.001\ L$$

$$V_1 = 0.001 * 1000 = 1\ ML$$

مهدي الحسناوي

زورونا على مواقع التواصل الاجتماعي رحلة التفوق في السادس

بعض الأسئلة الاثرائية

س 84 / ماهو ادنى تركز للأيون S^{-2} اللازم لترسيب (NiS) من محلول $Ni(NO_3)_2$ تركيزه (1 * 10^{-3} M) ؟ علماً ان قابلية ذوبان NiS في محلوله المائي المشبع (1 *10^{-12} M) ؟

الحل // نحسب K_{SP} لملح NiS

$$NiS \longleftrightarrow Ni^{+2} + S^{-2}$$

S S

10^{-12} 10^{-12}

$$K_{SP} = [Ni^{+2}] [S^{-2}]$$
$$= (10^{-12})^2 = 10^{-24}$$

لكي يبدأ ملح NiS بالترسيب يجب ان يكون

K_{SP} = الحاصل الأيوني

$$10^{-24} = [Ni^{+2}] [S^{-2}]$$
$$10^{-24} = 10^{-3} * [S^{-2}]$$
$$[S^{-2}] = \frac{10^{-24}}{10^{-3}} = 10^{-21} M$$

س 85 / PH لمحلول H_2SO_4 يساوي 3.7 ، احسب كتلة Pb الذي يجب اضافته الى لتر من المحلول الحامضي لكي يتكون محلول مشبع من $PbSO_4$ علماً ان $K_{SP} = 10^{-8}$ و الكتلة المولية لـ Pb تساوي 207 g/mol

الحل //

$$PbSO_4 \longleftrightarrow Pb^{+2} + SO_4^{-2}$$

y y

$$H_2SO_4 \longrightarrow 2H^+ + SO_4^{-2}$$

A 0 0

0 2A A

$$[H^+] = 10^{-PH}$$
$$= 10^{-3.7+4-4}$$
$$= 10^{0.3} * 10^{-4}$$
$$= 2 * 10^{-4} M$$

$$[H_2SO_4] = \frac{[H^+]}{2} = \frac{2 * 10^{-4}}{2} = 10^{-4} M = A$$

$$K_{SP} = [Pb^{+2}] [SO_4^{-2}]$$
$$10^{-8} = y (y + 10^{-4})$$

تهمل

$$Y = \frac{10^{-8}}{10^{-4}} = 10^{-4} M = [Pb^{+2}]$$

نحسب كتلة Pb من القانون

$$m = M . V . M$$
$$= 10^{-4} * 1 * 207 = 207 * 10^{-4} g$$

مهدي الحسناوي

س 86 /اذا علمت ان تركيز ايون Pb^{+2} لكبريتات الرصاص في محلول (0.01 M) من حامض الكبريتيك يساوي (10^{-6} M) احسب ذوبانية $PbSO_4$ في محلوله المائي المشبع ؟

الحل //

نحسب Ksp من محلول الايون المشترك

$$PbSO_4 \rightleftharpoons Pb^{+2} + SO_4^{-2}$$

Y Y

10^{-6} 10^{-6}

$$H_2SO_4 \longrightarrow 2H^+ + SO_4^{-2}$$

0.01 0 0

0 0.02 0.01

$$KsP = [Pb^{+2}][SO_4^{-2}]$$

$$= (10^{-6})(\underset{\text{تهمل}}{10^{-6}} + 10^{-2}) = 10^{-8}$$

$$PbSO_4 \rightleftharpoons Pb^{+2} + SO_4^{-2}$$

S S

$$KsP = [Pb^{+2}][SO_4^{-2}]$$

$$= (S)(S)$$

$$10^{-8} = S^2 \qquad S = 10^{-4}\ M$$

س 87 / اذا علمت ان [Ba^{+2}] في المحلول المائي المشبع $BaSO_4$ يساوي 10^{-5} M فما عدد مولات كبريتات البوتاسيوم K_2SO_4 اللازم اضافتها الى لتر من المحلول المائي لخفض [Ba^{+2}] الى 10^{-8} M ؟

$[Ba^{+2}] = S = 10^{-5}\ M$

$$BaSO_4 \rightleftharpoons Ba^{+2} + SO_4^{-2}$$

10^{-5} 10^{-5}

$$Ksp = [Ba^{+2}][SO_4^{-2}]$$

$$= (10^{-5})^2 = 10^{-10}$$

$$BaSO_4 \rightleftharpoons Ba^{+2} + SO_4^{-2}$$

Y Y

$Y = [Ba^{+2}]$

$= 10^{-8}\ M$

$$K_2SO_4 \longrightarrow 2K^+ + SO_4^{-2}$$

A 0 0

0 2A A

$$Ksp = [Ba^{+2}][SO_4^{-2}]$$

$$10^{-10} = 10^{-8}(\underset{\text{تهمل}}{10^{-8}} + A)$$

$$A = \frac{10^{-10}}{10^{-8}} = 0.01\ M$$

$$M = \frac{n}{V} \qquad n = 0.01 * 1 = 0.01\ mol$$

س 88 / جد عدد مولات حامض الكبريتيك اللازم اضافتها الى لتر من محلول مائي مشبع من كبريتات الرصاص $PbSO_4$ من اجل خفض ذوبانية الاخير من 10^{-4} M الى 10^{-6} M ؟

الحل //

$$PbSO_4 \longleftrightarrow Pb^{+2} + SO_4^{-2}$$

	S	S
	10^{-4}	10^{-4}

$K_{SP} = [\ Pb^{+2}\ ]\ [\ SO_4^{-4}\ ]$

$= (\ 10^{-4}\ )^2$

$K_{SP} = 10^{-8}$

$$PbSO_4 \longleftrightarrow Pb^{+2} + SO_4^{-2}$$

	y	y
	10^{-6}	10^{-6}

$$H_2SO_4 \longrightarrow 2H^+ + SO_4^{-2}$$

A	0	0
0	2A	A

$K_{SP} = [\ Pb^{+2}\ ]\ [\ SO_4^{-2}\ ]$

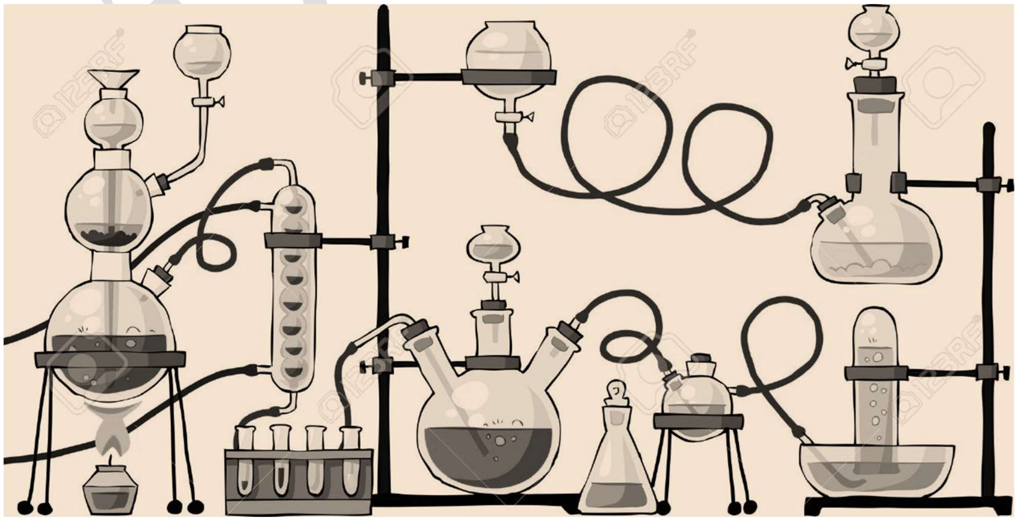
$10^{-8} = 10^{-6}\ (\ \underline{10^{-6}} + A\ )$

تهمل

$A = \frac{10^{-8}}{10^{-6}} = 0.01$ M

$M = \frac{n}{v}$

$n = 0.01 * 1 = 0.01$ mol



س 89 / اذا علمت ان قابلية ذوبان $Fe(OH)_2$ في محلول NaOH يساوي 10^{-10} M علماً ان نفس مولات NaOH الموجودة في المحلول لو اضيفت الى 0.005 M من حامض الكبريتيك ليتم الحصول على محلول PH له يساوي 7 ، جد K_{SP} للمحلول $Fe(OH)_2$ ؟

الحل //

$$H_2SO_4 \longleftrightarrow 2H^+ + SO_4^{-2}$$

0.005	0	0
0	2*0.005	0.005

$[H^+] = 0.01$ M

بما انه محلول متعادل PH = 7

لذلك فأن $[H^+] = [OH^-]$

$[OH^-] = 0.01$ M $= [NaOH]$

$$Fe(OH)_2 \longleftrightarrow Fe^{+2} + 2OH^-$$

y	2y
10^{-10}	$2*10^{-10}$

$$NaOH \longrightarrow Na^+ + OH^-$$

0.01	0	0
0	0.01	0.01

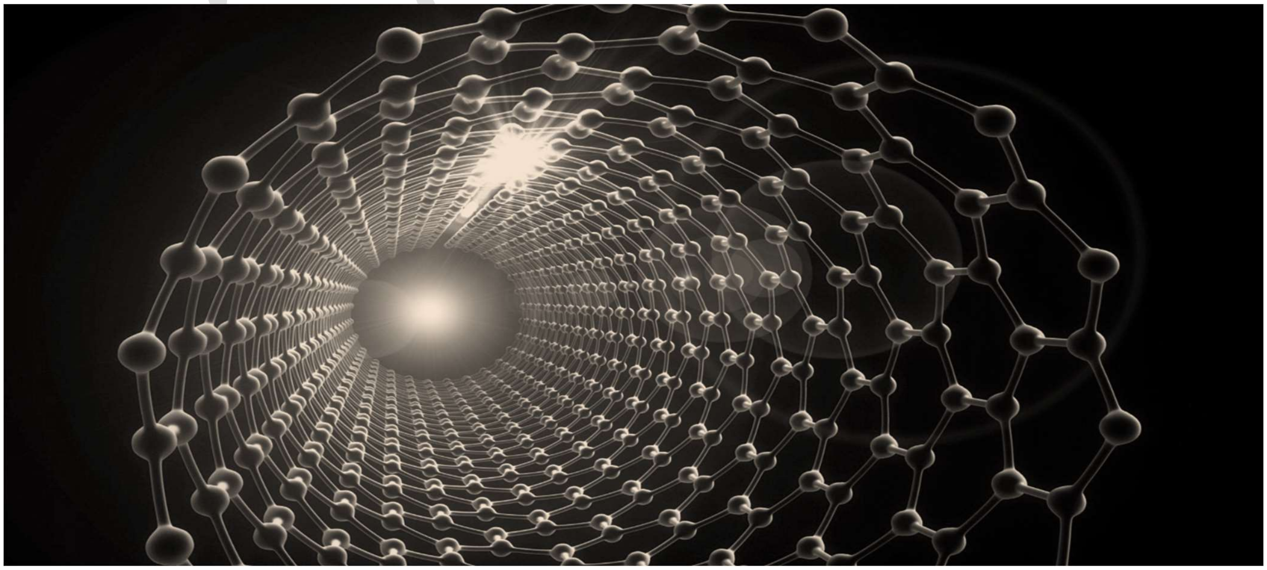
$K_{SP} = [Fe^{+2}] [OH^-]^2$

$= (10^{-10}) (\underline{2y} + 10^{-2})^2$

تهمل

$= (10^{-10}) (10^{-4})$

$K_{SP} = 10^{-14}$



س 90 / اذا علمت ان [Pb^{+2}] للتر من المحلول المائي المشبع لـ PbI_2 يساوي 10^{-3} M ، جد عدد مولات KI اللازم اضافتها للمحلول لخفض تركيزه الى 10^{-5} ؟

الحل //

$$PbI_2 \longleftrightarrow Pb^{+2} + 2I^-$$

[Pb^{+2}] = S = 10^{-3} M

	Pb^{+2}	$2I^-$
	S	2S
	10^{-3}	$2*10^{-3}$

K_{SP} = [Pb^{+2}] [I^-]^2

$= (10^{-3}) (2 * 10^{-3})^2$

$= 4 * 10^{-9}$

[Pb^{+2}] = y = 10^{-5} M

$$PbI_2 \longleftrightarrow Pb^{+2} + 2I^-$$

	Pb^{+2}	$2I^-$
	y	2y
	10^{-5}	$2*10^{-5}$

$$KI \longrightarrow K^+ + I^-$$

KI	K^+	I^-
A	0	0
0	A	A

K_{SP} = [Pb^{+2}] [I^-]^2

$4 * 10^{-9} = (10^{-5}) (\underset{\text{تهمل}}{10^{-5}} + A)^2$

$A^2 = \frac{4 * 10^{-9}}{10^{-5}} = 4 * 10^{-4}$ بالجذر

A = $2 * 10^{-2}$ M

$M = \frac{n}{v}$ ⟹ n = $2 * 10^{-2} * 1 = 2 * 10^{-2}$ mol

مهدي الحسناوي

المفاهيم الأساسية

الألكتروليت Electrolyte : مادة يكون لمحلولها المائي او لمنصهرها قابلية على التوصيل الكهربائي و ذلك لأحتوائه على ايونات موجبة و سالبة .

الالكتروليت الضعيف Weak Electrolyt : مادة تكون قابلية محلولها المائي المخفف للتوصيل

الحامض الضعيف Weak Acid : حامض لا يتأين بشكل تام في محلولها المائي .

القاعدة الضعيفة Weak Base : قاعدة لا تتأين بشكل في محلولها المائي .

النظام المفتوح Open Sysytem : يسمى النظام مفتوحاً اذا كانت الحدود بين النظام و المحيط تسمح بتبادل مادة النظام و طاقته , مثال على ذلك اناء معدني مفتوح يحتوي على ماء مغلي .

حامض احادي البروتون : هو الحامض الذي ينتج كل جزء منه بروتون واحد فقط عند تفككه في الماء و يمكن ان يكون هذا الحامض قوياً و ضعيفاً , ان هذا يعني ان كل جزيء منه يحوي ذرة هيدروجين واحدة قابلة للتأين .

حامض متعدد البروتون : هو الحامض الذي يمكن لكل جزء منه ان ينتج بروتون او اكثر و على مراحل متعددة وغالباً ما يكون البروتون الذي ينتج في الخطوة الأخيرة ضعيف (اضعف من البروتونات الناتجة من خطوات التفكك السابقة .

التأين الذاتي للماء : هو تفاعل كيميائي ينتقل فيه بروتون من جزيء ماء الى جزيء ماء اخر ويكون ناتج هذه العملية في الماء النقي تكون اعداد متساوية من ايونات الهيدرينيوم H_3O^+ و ايونات الهيدروكسيد OH^- .

الأس الهيدروجيني PH : هي طريقة ملائمة لقياس او للتعبير عن تركيز ايون الهيدروجين خصوصاً لتراكيز ايون الهيدروجين الصغيرة التي تكون قيمتها اصغر او تساوي 1M بدلالة سالب لوغارتم التركيز المولاري لأيون الهيدروجين في المحلول ويرمز للناتج العددي لهذه القيم بالرمز PH .

التمذوب Solvolysis : هي عملية تفاعل الصنف المذاب مع جزئيات المذيب .

التحلل المائي Hydrolusis : هي عملية تفاعل الصنف المذاب مع جزيئات الماء وذلك عندما يكون الماء هو المذيب .

تأثير الايون المشترك : هي ظاهرة تقليل تفكك الالكتروليات الضعيفة الناتجة عن وجود الكتروليت قوي يحوي احد الايونات الالكتروليت الضعيف في نفس المحلول .

درجة التفكك او درجة التأين : هي النسبة بين كمية الصنف المذاب المتفككة عند حالة الاتزان الى كمية الصنف المذاب الكلية .

محلول بفر Buffer Solution : محلول مائي مكون من مزيج لحامض ضعيف مع احد املاحه (القاعدة القرينة للحامض الضعيف) او قاعدة ضعيفة مع احد املاحها (الحامض القرين للقاعدة الضعيفة) ويكون لهذا المزيج القابلية على مقاومة التغير في الاس الهيدروجيني (PH) عند إضافة كمية صغيرة من حامض قوي او قاعدة قوية اليه

الذوبانية Solubility S : هي عدد مولات المادة التي تذوب في لتر واحد من المحلول المشبع للمادة (أي عند حالة الاتزان بين المادة الصلبة و محلول المادة) .

ثابت حاصل الذوبانية Solubility Product K_{SP} : هي الكمية الناتجة من حاصل ضرب التراكيز المولارية (عند حالة الاتزان) للأيونات الناتجة من تفكك المادة شحيحة الذوبان كلاً مرفوع الى اس مساواً لعدد المولات في المادة .

حل أسئلة الفصل الثالث

س1 // اختر الجواب الصحيح

1) PH = 7 المحاليل التالية

أ) NH_4NO_3 ب) $NaNO_2$ ج) $NaNO_3$

الحل// الاختيار ج) $NaNO_3$

لأنه ناتج من حامض قوي (HNO_3) و قاعدة قوية (NaOH) لذلك يكون ملح متعادل

2) مقدار التغير في PH يكون كبير جداً عند إضافة HCl بتركيز عالي الى لتر من :

أ) الماء المقطر ب) ماء البحر ج) محلول قاعدي

الحل // الاختيار أ) الماء المقطر

لأن الماء المقطر لا يقاوم التغيير في PH

3) احد المحاليل التالية تصل الى حالة الاتزان عند التأين :

أ) H_2SO_4 ب) CH_3NH_2 ج) KoH

الحل// الاختيار ب) CH_3NH_2

لأن قاعدة ضعيفة (مثيل امين) تتأين بشكل جزئي

س 2 // جد مقدار التغير في قيمة PH للماء المقطر بعد إضافة كل مما يأتي الى لتر منه

أ) 1 mL من HCl تركيزه 10 M

للماء $PH_1 = 7$

(للحامض HCl المخفف) PH_2

$$\Delta PH = PH_2 - PH_1$$

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

$$10 * \frac{1}{1000} = M_2 * 1$$

$$M_2 = 0.01\ M = [H^+]$$

$$PH_2 = -\log [H^+]$$

$$PH_2 = -\log 10^{-2}$$

$$PH_2 = 2$$

$$\Delta PH = PH_2 - PH_1 \quad = 2 - 7 \quad = -5$$

زورونا على مواقع التواصل الاجتماعي رحلة التفوق في السادس

ب) 1 ml من NaOH تركيزه 10 M

للماء $PH_1 = 7$

PH_2 (للقاعدة NaOH المخففة)

$$\Delta PH = PH_2 - PH_1$$

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

$$10 * \frac{1}{1000} = M_2 * 1$$

$$M_2 = 0.01\ M = [\,OH^-\,]$$

$$POH = -\log [\,OH^-\,]$$

$$POH = -\log 10^{-2}$$

$$POH = 2$$

$$PH_2 = 14 - POH = 14 - 2 = 12$$

$$\Delta PH = PH_2 - PH_1 = 12 - 7 = +5$$

س 3 / ما عدد غرامات (CH_3COOH) (M = 60 g/mol) الواجب اضافتها الى 250 ml من الماء المقطر ليصبح PH المحلول بعد الإضافة 2.7 علماً ان Pka للحامض = 4.74

الحل //

$$CH_3COOH \rightleftarrows CH_3COO^- + H^+$$

y	0	0
y - x تهمل	x	x

$$Ka = \frac{[CH_3COO^-][H^+]}{[CH_3COOH]} = \frac{x^2}{y-x \text{ تهمل}} = \frac{x^2}{y}$$

$$Ka = 10^{-pka} \Rightarrow = 10^{-4.74+5-5} \Rightarrow = 10^{0.26} * 10^{-5} \Rightarrow = 1.8 * 10^{-5}$$

$$[\,H^+\,] = 10^{-PH} \Rightarrow = 10^{-2.7+3-3} \Rightarrow = 10^{0.3} * 10^{-3} \Rightarrow = 2 * 10^{-3}\ M = X$$

$$Ka = \frac{x^2}{y}$$

$$1.8 * 10^{-5} = \frac{(2 * 10^{-3})^2}{y}$$

$$Y = \frac{4 * 10^{-6}}{1.8 * 10^{-5}} = 0.22\ M$$

$$m = M \cdot V \cdot M$$

$$m = 0.22 * \frac{250}{1000} * 60$$

$$m = 3.3\ g$$

رحلة التفوق في السادس
عطاءٌ بلا حدود

س4 / ما عدد ملغرامات يودات الباريوم (M = 87 g/mol) (Ksp = 1.57 * 10^{-9}) التي يمكن ان تذوب في 150 ml من الماء النقي $\sqrt[3]{0.39}$ = 0.73

الحل //

$$Ba(IO_3)_2 \longleftrightarrow Ba^{+2} + 2IO_3^-$$

S   2S

$$Ksp = [Ba^{+2}]\ [IO_3^-]^2$$

$$Ksp = (S)(2S)^2$$

$$1.57 * 10^{-9} = 4S^3$$

$$S^3 = \frac{1.57 * 10^{-9}}{4}$$

بالجذر $S^3 = 0.39 * 10^{-9}$

$$S = 0.73 * 10^{-3}\ M$$

$$m = M . v . M$$

$$m = 0.73 * 10^{-3} * 150 * 487$$

$$m = 53.4\ mg$$

س 5 // أكمل الفراغات في الجدول الأتي :-

poH	PH	$[OH^-]$	$[H_3O^+]$	محلول
				حامض قوي 0.15 M HI
				حامض ضعيف 0.15 M HF
				قاعدة قوية 0.06 M RbOH
				قاعدة قوية $0.05\ M\ Ca(OH)_2$
				قاعدة ضعيفة $0.75\ M\ NH_4OH$

ج //

poH	PH	$[OH^-]$	$[H_3O^+]$	محلول
13.18	0.8	$6.6 * 10^{-14}$	0.15	حامض قوي 0.15 M HI
12	2	$1.02 * 10^{-12}$	$9.7 * 10^{-3}$	حامض ضعيف 0.15 M HF
1.22	12.7	0.06	$1.6 * 10^{-13}$	قاعدة قوية 0.06 M RbOH
1	13	0.1	10^{-13}	قاعدة قوية $0.05\ M\ Ca(OH)_2$
2.44	11.5	$3.6 * 10^{-3}$	$2.7 * 10^{-12}$	قاعدة ضعيفة $0.75\ M\ NH_4OH$

مهدي الحسناوي

س6// ذوبانية AgCl في محلوله المشبع $1.34 * 10^{-5}$

1- ذوبانيته في 0.1 M من $CaCl_2$

2- بين هل يترسب AgCl في محلول يحتوي على ايونات Ag^+ , Cl^- كلا منهما بتركيز $1 * 10^{-6}$ M و لماذا ؟

الحل // نحسب K_{SP} من الذوبانية في الماء النقي

$$AgCl \longleftrightarrow Ag^{+1} + Cl^-$$
$$\quad S \qquad S$$

$$K_{SP} = [Ag^+] [Cl^-]$$
$$= (S) (S)$$
$$= S^2$$
$$K_{SP} = (1.34 * 10^{-5})^2$$
$$= 1.8 * 10^{-10}$$

1)
$$AgCl \longleftrightarrow Ag^+ + Cl^-$$

$AgCl \longleftrightarrow$	Ag^+ +	Cl^-
	y	y
$CaCl_2 \longrightarrow$	Ca^{+2} +	$2Cl^-$
0.1	0	0
0	0.1	0.2

$$K_{SP} = [Ag^{+1}] [Cl^-]$$
$$1.8 * 10^{-10} = (y) (y + 0.2)$$
$$Y = \frac{1.8 * 10^{-10}}{0.2} = 9 * 10^{-9}\ M$$

2) لكي يحصل ترسيب يجب ان يكون حاصل ايوني اكبر او يساوي K_{SP}

$$AgCl \longleftrightarrow Ag^{+1} + Cl^-$$

حاصل ايوني $= [Ag^{+1}] [Cl^-]$
$$= (10^{-6})^2$$
$$= 10^{-12}$$

بما انه خاصل ايوني < K_{SP}
لذلك لا يحصل ترسيب

س 7 / ما تركيز الأمونيا $[NH_3]$ في المحلول الذي يكون في حالة أتزان مع $[NH_4^+] = 0.01$ M و $[OH^-]$ = = 1.2×10^{-5} M ؟ ج : 6.67×10^{-2} M

ج //

$$NH_3 + H_2O \longleftrightarrow NH_4^+ + OH^+$$
$$Kb = \frac{[NH_4][OH^-]}{[NH_3]}$$
$$1.8 \times 10^{-5} = \frac{10^{-2} * 1.2 * 10^{-5}}{y}$$
$$Y = \frac{1.2 * 10^{-7}}{1.8 * 10^{-5}} \qquad = 6.6 * 10^{-2}\ m$$

مهدي الحسناوي

س 8 / أ/ ما قيمة الأس الهيدروجيني لمزيج بفري مكون من حامض النتروز(HNO_2) $K_a(HNO_2) = 4.5 \times 10^{-4}$ بتركيز 0.12 M و نتريت الصوديوم $NaNO_2$ بتركيز 0.15 M ؟

ب / أحسب قيمة pH المحلول الناتج بعد اضافة 1.0 g من هيدروكسيد الصوديوم (M=40g/mole) الى لتر واحد من محلول بفر ؟ ج : 3.45 ؛ 3.62

ج// أ / لمحلول بفر (حامض ضعيف و ملحه)

$$pKa = -\log Ka = -\log 4.5 \times 10^{-4} = -(0.65 - 4) = 3.35$$

$$pH = pKa + \log\frac{[salt]}{[acid]}$$

$$pH = 3.35 + \log\frac{0.15}{0.12}$$

$$pH = 3.35 + \log 5 - \log 4$$

$$pH = 3.35 + 0.7 - 0.6 = 3.45$$

وزاري 2013 دور ثاني

ب / بعد اضافة NaOH يتكون محلول بفر

المضاف من NaOH كتلته

$$m = M . V . M$$

$$1 = M * 1 * 40$$

$$M = \frac{1}{40} = 0.025\ M = [OH^-]$$

$$pH = pKa + \log\frac{[salt]+[OH^-]}{[acid]-[OH^-]}$$

$$= 3.35 + \log\frac{0.15+0.025}{0.12-0.025}$$

$$= 3.35 + \log\frac{0.175}{0.095}$$

$$= 3.35 + \log 1.8$$

$$= 3.35 + 0.26 = 3.61$$

س 9 // اذا كانت هناك حاجة لتحضير محلول بفر ذو pH = 9.0 من مزج NH_3 مع NH_4Cl . كم يجب أن تكون النسبة بين $\frac{[NH_4^+]}{NH_3}$ ؟ ج : 1.82

ج //

$$poH = 14 - pH$$

$$poH = 14 - 9 = 5$$

$$poH = pKb + \log\frac{[sal}{[bas}$$

$$5 = 4.74 + \log\frac{[NH_4^+]}{[NH_3]}$$

$$5 - 4.74 = \log\frac{[NH_4^+]}{[NH_3]}$$

$$0.26 = \log\frac{[NH_4]}{[NH_3]} \Rightarrow = 1.8\frac{[NH_4]}{[NH_3]}$$

و يأخذ log المقابل لـ(0.26) = (1.8)

س 10 // ما ذوبانية $BaSO_4$ في محلول مائي مشبع منه علماً بأن $K_{SP} = 1.6 * 10^{-10}$ و ماذوبانيته بعد إضافة 1 mL من H_2SO_4 تركيزه 10 M الى لتر من المحلول المشبع منه

الحل

$$BaSO_4 \longleftrightarrow Ba^{+2} + SO_4^{-2}$$

S S

$$K_{SP} = [Ba^{+2}] [SO_4^{-2}]$$

$$1 * 10^{-10} = S * S$$

$$S^2 = 1 * 10^{-10}$$ بالجذر

$$S = 1 * 10^{-5} M$$

بعد إضافة حامض H_2SO_4 يتكون ايون مشترك

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

$$10 * \frac{1}{1000} = M_2 * 1$$

$$M_2 = 0.01 M$$

$$BaSO_4 \longleftrightarrow Ba^{+2} + SO_4^{-2}$$

y y

$$H_2SO_4 \longrightarrow 2H^+ + SO_4^{-2}$$

H_2SO_4	$2H^+$	SO_4^{-2}
0.01	0	0
0.0	0.02	0.01

ايون مشترك

$$K_{SP} = [Ba^{+2}] [SO_4^{-2}]$$

$$1 * 10^{-10} = y * (y + 0.01)$$

تهمل

$$Y = 1 * 10^{-8} M$$

س 11 // أحسب كتلة كلوريد الأمونيوم (M = 53.5 g / mole) الواجب اضافتها الى 500 ml من محلول 0.15 M أمونيا لجعل قيمة pH المحلول تساوي 9.0 ؟ ج : 7.22

ج // يمكن حساب الكتلة من القانون

$$m = M . V . M$$

و يمكن استخراج M تركيز الملح من قانون الأيون المشترك (قاعدة ضعيفة + ملحها)

$$poH = 14 – pH$$

$$= 14 – 9 = 5$$

$$poH = pKb + \log \frac{[salt]}{[base]}$$

$$5 = 4.7 * \log \frac{[salt]}{0.15}$$

$$5 – 4.7 = \log \frac{[S]}{0.15}$$

$$0.3 = \log \frac{[S]}{0.15}$$

$$2 = \frac{[S]}{0.15}$$

$$[salt] = 0.3 \ M$$ نعوض في المعادلة الأولى

$$m = M . V . M$$

$$m = 0.3 \times \frac{500}{1000} \times 53.5 = 7.22 g$$

مهدي الحسناوي

س 12 // أحسب الذوبانية المولارية (mole / L) و الذوبانية بدلالة (g / L) لملح كبريتات الفضة Ag_2SO_4 في (pK_{sp} = 4.92 , M = 314 g / mole) (أ) الماء النقي , (ب) محلول 0.15 M كبريتات البوتاسيوم k_2SO_4

ج // (أ)

$Ag_2SO_4 \longleftrightarrow 2Ag^+ + SO_4^{-2}$

$Ksp = 10^{-pKsp}$

$= 10^{-4.92 + 5 - 5}$

$= 10^{0.08} * 10^{-5}$

$= 1.2 * 10^{-5}$

$Ksp = [Ag^+]^2 [SO_4^{-2}]$

$= (2 S)^2 (S)$

$1.2 \times 10^{-5} = 4 S^3$

$S^3 = \frac{12\times 10^{-6}}{4} = 3 \times 10^{-6}$

$S = 1.4 \times 10^{-2}$ M

الذوبانية الغرامية = M x S

$=314 \times 1.4 \times 10^{-2} \Rightarrow = 4.39$ g / L

(ب)//

$Ag_2SO_4 \longleftrightarrow 2Ag^+ + SO_4^{-2}$

$K_2SO_4 \longrightarrow 2K^+ + SO_4^{-2}$

0.15	0	0
0	0.3	0.15

نحسب الذوبانية بوجود

$Ksp = [Ag^+]^2 [SO^{-2}_4]$

$1.2 * 10^{-5} = (2y)^2 (\underline{y} + 0.15)$

تهمل

الأيون المشترك (SO_4^{-1})

$1.2 \times 10^{-5} = 4y^2 \times 0.15$

$y^2 = \frac{12\times10^{-6}}{4\times15\times10^{-2}} = 0.2 \times 10^{-4}$

$\therefore Y = 4 \times 10^{-5}$ M

الذوبانية الغرامية = y x M = $4 \times 10^{-5} \times 314$

$= 1.26 \times 10^{-2}$ g / L

س 13 // ما عدد غرامات ملح كرومات الفضة Ag_2CrO_4 (M=332 g / mole) التي يمكن أن تذوب في 100 ml من الماء المقطر ؟ علماً بأن $K_{sp} = 1.1 \times 10^{-12}$ ج : 2.161×10^{-3} g

ج //

$Ag_2CrO_4 \longleftrightarrow 2Ag^+ + CrO_4^{-2}$

2S S

$Ksp = [Ag^+]^2 [CrO_4^{-2}]$

$Ksp = (2S)^2 (S)$

$1.1 \times 10^{-12} = 4S^3$

$S^3 = \frac{1.1\times10^{-12}}{4} = 0.275 \times 10^{-12}$

$\therefore S = 6.51 \times 10^{-3}$ M

ويمكن حساب الغرامات من المولارية بأستخدام العلاقة

m= M . V . M

$m = 6.51 \times 10^{-5} \times \frac{100}{1000} \times 332 = 2.161 \times 10^{-3}$ g

مهدي الحسناوي

س 14 // ما ذوبانية ملح كرومات الباريوم $BaCrO_4$ في محلول يكون فيه تركيز كلوريد الباريوم $BaCL_2$ (الكتروليت قوي) يساوي 0.1 M ؟ اذا علمت أن K_{sp} $(BaCrO_4) = 1.2 \times 10^{-10}$ ج : M 1.2×10^{-9}

ج // المطلوب حساب الذوبانية المولارية (y) في الأيون المشترك

$$BaCrO_4 \longleftrightarrow Ba^{+2} + CrO_4^{-2}$$
y y

$$BaCl_2 \longrightarrow Ba^{+2} + 2Cl^-$$
0.1 0.1 0.2

$Ksp = [Ba^{+2}][CrO_4^{-2}]$

$1.2 \times 10^{-10} = (0.1 + y$ تهمل $)(y)$

$Y = \frac{1.2\times10^{-10}}{10^{-1}} = 1.2 \times 10^{-9}$ M

س 15 // كم هي كتلة هيدروكسيد البوتاسيوم (M = 56 g / mole) اللازم اضافتها الى 200 mL من الماء لتصبح قيمة pH المحلول الناتج تساوي 11 ؟

ج // KOH قاعدة قوية أحادية الهيدروكسيد

نجد أولاً التركيز المولاري للقاعدة

$$KOH \longrightarrow K^+ + OH^-$$

pH = 11

$[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-11}$ M

$[H^+][OH^-] = Kw$

$[OH^-] = \frac{1\times10^{-14}}{1\times10^{-11}} = 1 \times 10^{-3}$ M

$[KOH] = [OH^-] = 10^{-3}$ M

نجد الكتلة من التركيز المولاري

m= M . V . M

$m = 1 \times 10^{-3} \times \frac{200}{1000} \times 56$ m = 0.112 g

---

س16 // لتر من محلول يحتوي 0.01 M من كل من ايونات Sr^{+2} ، Ba^{+2} أضيفت اليه كمية من Na_2SO_4 الصلب ايهما يترسب أولاً $BaSO_4$ ام $SrSO_4$ و لماذا ؟ علماً $K_{SP}(BaSO_4) = 1.6 * 10^{-10}$ و $K_{SP}(SrSO_4) = 3.8 * 10^{-7}$

الحل // نحسب $[SO_4^{-2}]$ الذي يحتاج كلا الملحين لكي يترسب و الذي يحتاج اقل هو الذي يترسب اولاً

$$BaSO_4 \longleftrightarrow Ba^{+2} + SO_4^{-2}$$

يبدأ الملح بالترسيب عندما K_{SP} = حاصل ايوني

$1.6 * 10^{-10} = [Ba^{+2}][SO_4^{-2}]$

$1.6 * 10^{-10} = 10^{-2}[SO_4^{-2}]$

$[SO_4^{-2}] = 1.6 * 10^{-8}$ M

$$SrSO_4 \longleftrightarrow Sr^{+2} + SO_4^{-2}$$

K_{SP} = حاصل ايوني

$3.8 * 10^{-7} = [Sr^{+2}][SO_4^{-2}]$

$3.8 * 10^{-7} = 10^{-2}[SO_4^{-2}]$

$[SO_4^{-2}] = 3.8 * 10^{-5}$ M

بما انه $BaSO_4$ يحتاج $[SO_4^{-2}]$ اقل لذلك هو الذي يترسب اولاً

مهدي الحسناوي

س 17 // أحسب قيمة الأس الهيدروجيني لمحلول نتج من تخفيف 1 ml من 10 M حامض الهيدروكلوريك الى لتر بالماء .

ج // محلول HCl (حامض قوي) (تخفيف)

$M_1 V_1 = M_2 V_2$

$10 \times \frac{1}{1000} = M_2 \times 1$

$M_2(HCl) = 0.01$ M

بعد التخفيف

$HCL \longrightarrow H^+ + Cl^-$

0.01	0	0
0	0.01	0.01

$[H^+] = 0.01$ M

$\therefore pH = -\log [H^+] = -\log 10^{-2}$

PH = 2

س 18 // أن تركيز أيون الكالسيوم (M = 40 g / mole) في بلازما الدم يساوي 0.1 g / L فأذا كان تركيز ايون الاوكزالات فيه يساوي 10^{-7} * 1 هل تتوقع ان تترسب اوكزالات الكالسيوم CaC_2O_4 (Pk_{SP} = 8.64) ؟

ج // لمعرفة حصول ترسيب أم لا نجد الحاصل الأيوني و نقارنه بـ (Ksp)

$CaC_2O_4 \longleftrightarrow Ca^{+2} + C_2O_4^{-2}$

$[Ca^{+2}] = \frac{\text{التركيز الغرامي}}{M} = \frac{0.1}{40} = 0.0025\ M \qquad = 2.5 \times 10^{-3}$

الحاصل الأيوني = $[Ca^{+2}]\,[C_2O_4^{-2}]$

الحاصل الأيوني = $2.5 \times 10^{-3} \times 10^{-7}$

الحاصل الأيوني = 2.5×10^{-10}

$pKsp = -\log Ksp$

$-8.64 + 9 - 9 = \log Ksp$

$0.36 - 9 = \log Ksp$

$2.5 \times 10^{-19} = Ksp$

$\therefore$ Ksp > الحاصل الأيوني

$2.5 \times 10^{-9} > 2.5 \times 10^{-10}$

$\therefore$ لا يحصل الترسيب

وزاري
2013

رحلة التفوق في السادس @

س 19 // محلول بفر يتكون من 0.02 M من NH_4Cl و 0.01 M من NH_3 اضيف الى لتر من المحلول 1 ml من KoH بتركيز 10 M ، احسب مقدار التغير ب PH علماً بأن $K_b (NH_3) = 1.8 * 10^{-5}$ ؟

الحل //

$\Delta PH = PH_2 - PH_1$

PH_1 للأيون المشترك

$PKb = - \log Kb$

$= - \log 1.8 * 10^{-5}$

$= 4.74$

$PoH = PKb + \log \frac{[Salt]}{[base]}$

$= 4.74 + \log \frac{0.02}{0.01}$

$= 4.74 + \log 2$

$= 4.74 + 0.3$

$= 5.04$

$PH_1 = 14 - PoH$

$= 14 - 5.04$

$PH_1 = 8.96$

PH_2 لمحلول بفر

يحسب تركيز $[OH^-]$ للقاعدة المضافة

$M_1V_1 = M_2V_2$

$10 * \frac{1}{1000} = M_2 * 1$

$M_2 = 0.01 M = [OH^-]$

$PoH = PKb + \log \frac{[Salt]-[OH^-]}{[Base]+[OH^-]}$

$= 4.74 + \log \frac{0.02-0.01}{0.01+0.01}$

$= 4.74 + \log \frac{0.01}{0.02}$

$= 4.74 + \log 1 - \log 2$

$= 4.74 + 0 - 0.3$

$= 4.44$

$PH_2 = 14 - 4.44$

$= 9.56$

$\Delta PH = 9.56 - 8.96 = 0.6$

التغيير موجب لأن المضاف قاعدة

س20 // الذوبانية المولارية لـ$Pb(IO_3)$ في محلول 0.1 M من $NaIO_3$ تساوي 2.4×10^{-11} mol/L أحسب الذوبانية المولارية لـ$Pb(IO_3)$ في محلول مشبع منه.

الحل // نحسب Ksp من الذوبانية المولارية في الأيون المشترك

$y = 2.4 * 10^{-11}$

$$Pb(IO_3)_3 \longleftrightarrow Pb^{+2} + 2IO_3^{-1}$$

$$\qquad\qquad\qquad y \qquad 2y$$

$$NaIO_3 \longrightarrow Na^{+2} + IO_3^{-1}$$

$$0.1 \qquad\qquad 0 \qquad 0$$

$$0 \qquad\qquad 0.1 \qquad 0.1$$

$$Ksp = [\ Pb^{+2}\ ]\ [\ IO_3^{-1}\ ]$$

$$= (\ 2.4 * 10^{-11}\ )\ (\ 2 * 2.4 * 10^{-11} + 0.1\ )^2$$

$$Ksp = 2.4 * 10^{-13}$$

نحسب الذوبانية المولارية في محلوله المائي المشبع

$$Pb(IO_3)_3 \longleftrightarrow Pb^{+2} + 2IO_3^{-1}$$

$$\qquad\qquad\qquad S \qquad 2S$$

$$Ksp = [\ Pb^{+2}\ ]\ [\ IO_3^{-1}\ ]$$

$$= (\ S\ )\ \ (\ 2\ S\ )^2$$

$$2.4 * 10^{-13} = 4\ S^3$$

$$S^3 = \frac{24 * 10^{-14}}{4}$$

$$S^3 = 6 * 10^{-14} = 0.006 * 10^{-12} \qquad \sqrt[3]{\ }$$

$$= 0.18\ *\ 10^{-3}\ M$$

س 21 // الأس الهيدروجيني لمحلول مشبع من $Fe(OH)_2$ يساوي 9.5 احسب ذوبانيته في محلول له ثبتت حامضيته عند PH = 10 ؟

الحل // نحسب Ksp

$$PH + POH = 14$$

$$POH = 14 - PH \qquad = 14 - 9.5 = 4.5$$

$$[\ OH^-\ ] = 10^{-POH}$$

$$= 10^{-4.5 +5 -5} \qquad = 10^{0.5} * 10^{-5}$$

$$= 3 * 10^{-5}\ M$$

$$[\ OH^-\ ] = 2S$$

$$S \quad = \frac{3 * 10^{-5}}{3} \qquad = \ 1.5 * 10^{-5}\ M$$

$$Fe(OH)_2 \longleftrightarrow Fe^{+2} + 2OH^-$$

$$\qquad\qquad S \qquad 2S$$

$$\qquad\qquad 1.5*10^{-5} \quad 3*10^{-5}$$

$$Ksp = [\ Fe^{+2}\ ]\ [\ OH^-]^2$$

$$= (\ 1.5 *10^{-5}\ )\ (\ 3 * 10^{-5}\ )^3$$

$$= 13.5 * 10^{-15} \ \ = 1.35 * 10^{-14}$$

نحسب الذوبانية المولارية للمحلول بعد تثبيت الحموضة عند 10

$$POH = 14 - PH$$

$$= 14 - 10 = 4$$

$$[\ OH^-\ ] = 10^{-POH} \qquad = 10^{-4}\ M$$

$$Fe(OH)_2 \longleftrightarrow Fe^{+2} + 2OH^-$$

$$\qquad\qquad S \qquad 2S$$

$$\qquad\qquad S \qquad 10^{-4}$$

$$Ksp = [\ Fe^{+2}\ ]\ [\ OH^-]^2$$

$$1.35 * 10^{-14} = (S)\ (\ 10^{-4}\ )^2$$

$$S = \frac{1.35 * 10^{-14}}{10^{-8}} \qquad = 1.35 * 10^{-6}\ \ M$$

مهدي الحسناوي

س 22 / احسب التغير في الاس الهيدروجيني لمحلول من الفينول تركيزه 0.2 M بعد تخفيفه بالماء لمئة مرة ؟ علماً بأن ثابت تأين الفينول = $1.3 * 10^{-10}$

الحل //

$\Delta PH = PH_2 - PH_1$

PH_1 للحامض قبل التخفيف

$C_6H_5OH \longleftrightarrow C_6H_5O^- + H^+$

0.2	0	0
0.2 – X	X	X

$$Ka = \frac{[C_6H_5O^-][H^+]}{[C_6H_5OH]} = \frac{x^2}{y - X} \text{ تهمل } = \frac{X^2}{y}$$

$$1.3 * 10^{-10} = \frac{X^2}{0.2}$$

$$X^2 = 0.26 * 10^{-10} \qquad \sqrt[2]{\ }$$

$$X = 0.5 * 10^{-5}$$

$$= 5 * 10^{-6} M = [H^+]$$

$$PH_1 = - \log [H^+]$$

$$= - \log 5 * 10^{-6}$$

$$= - (0.7 - 6)$$

$$PH_1 = 5.3$$

PH_2 للحامض بعد التخفيف

عدد مرات التخفيف = $\frac{M_1}{M_2}$

$\frac{0.2}{M_2} = 100$

$M_2 = 0.002$ M

$$Ka = \frac{X^2}{y}$$

$$1.3 * 10^{-10} = \frac{X^2}{0.2*10^{-2}}$$

$$X^2 = 0.26 * 10^{-12} \qquad \sqrt[2]{\ }$$

$$X = 0.5 * 10^{-6} M$$

$$= 5 * 10^{-7} M$$

$$PH_2 = - \log [H^+]$$

$$= - \log 5 * 10^{-7}$$

$$= - (0.7 - 7)$$

$$= 6.3$$

$$\Delta PH = 6.3 - 5.3$$

$$= +1$$

التغير موجب لأن المضاف ماء الى حامض لذلك يسلك سلوك قاعدة

س 23 // محلول من حامض ضعيف النسبة المئوية لتأينه %1 و PH= 2.7 مزج مع ملحه المشتق منه تركيزه 0.1 M ما PH المحلول الناتج بعد المزج ؟

الحل //نحسب اولاً Ka للحامض

$$HA \longleftrightarrow H^+ + A^-$$

Y	0	0
Y – X	X	X

$$Ka = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]} = \frac{X^2}{y - X} \text{ (تهمل)} = \frac{X^2}{y}$$

$[H^+] = 10^{-PH}$

$= 10^{-2.7+3-3}$

$= 10^{0.3} * 10^{-3}$

$= 2 * 10^{-3}$ M = X

النسبة المئوية = $\frac{x}{y}$ * 100 %

$\frac{2 * 10^{-3}}{y}$ = %1

$\frac{2 * 10^{-3}}{y} = \frac{1}{100}$

y = 0.2 M

$Ka = \frac{X^2}{y}$

$= \frac{(2 * 10^{-3})^2}{0.2}$

$= 2 * 10^{-5}$

بعد إضافة الملح يتكون ايون مشترك

PKa = - logKa

= - log 2 * 10^{-5}

= 4.7

$PH = PKa + \log\frac{[Salt]}{[acid]}$

$= 4.7 + \log\frac{0.1}{0.2}$

= 4.7 + log 1 – log 2

= 4.7 - 0.3

PH = 4. 4

رحلة التفوق في السادس
عطاءٌ بلا حدود
A .M. Z

س24 // اضيف 0.05 mol من محلول $Ba(OH)_2$ مرة الى لتر من الماء المقطر و مرة أخرى الى لتر من محلول مكون من HCN و NaCN كل منهما بتركيز 0.3 M كم سيكون مقدار التغير في قيمة PH في الحالتين علماً ان Ka لـHCN = $6 * 10^{-10}$ ؟

الحل //

$\Delta PH = PH_2 - PH_1$

للماء $PH_1 = 7$

نحسب PH_2 بعد إضافة $Ba(OH)_2$ الى الماء

$Ba(OH)_2 \longrightarrow Ba^{+2} + 2OH^-$ V = 1L

0.05   0   0 M = n

0   0.05   2*0.05 = 0.1 M

$PoH = - \log [OH^-]$

$= - \log 10^{-1}$

$= 1$

$PH = 14 - PoH$

$PH = 13$

$\Delta PH = 13 - 7 = 6$ نلاحظ التغير كبير جداً في PH لعدم وجود أي مقاومة للماء

$\Delta PH = PH_2 - PH_1$

للايون المشترك $PH_1 =$

$PH = PKa + \log \frac{[Salt]}{[acid]}$ $PKa = - \log Ka$

$= 9.2 + \log \frac{0.3}{0.3}$ $= - \log 6 * 10^{-10}$

$= 9.2$ $= - (0.8 - 10) = 9.2$

محلول بفر PH_2

$PH_2 = PKa + \log \frac{[Salt]+[OH^-]}{[Acid]-[OH^-]}$

$= 9.2 + \log \frac{0.3+0.1}{0.3-0.1}$

$= 9.2 + \log 2$

$= 9.2 + 0.3 = 9.5$

$\Delta PH = 9.5 - 9.2 = 0.3$

نلاحظ ان ΔPH قليل جداً بسبب وجود الايون المشترك

زورونا على مواقع التواصل الاجتماعي
رحلة التفوق في السادس

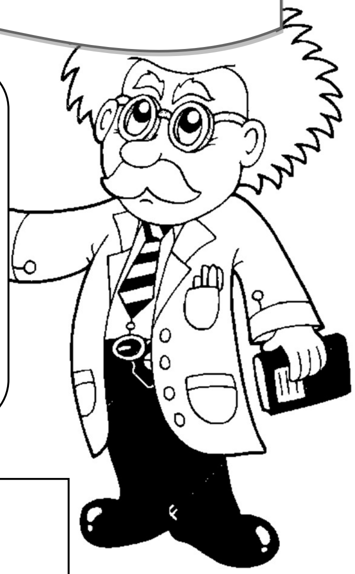
Chemistry

للصف السادس علمي
الفرع التطبيقي

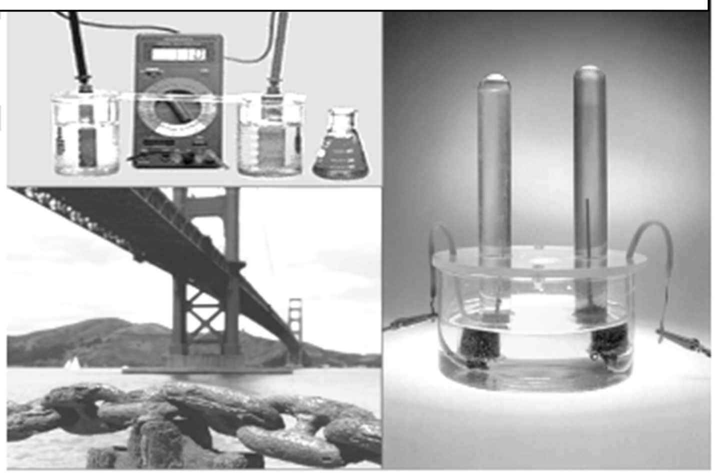
اعداد الأستاذ

مهدي الحسناوي

07807502408



الفصل الرابع
الكيمياء الكهربائية



الفصل الرابع

تفاعلات التأكسد و الاختزال و الكيمياء الكهربائية

أعداد التأكسد

1) عدد التأكسد لأي عنصر غير متحد (عنصر حر) يساوي صفر .

مثل : Na . Be . H_2 . O_2 . P_4 .

2) عدد تأكسد كل عنصر هو الشحنة الموضوعة على العنصر .

Na^+ . O^{2-} . Fe^{3+} . Li^+ .

3) اعداد التأكسد الشائعة والمهمة في هذا الفصل لبعض العناصر .

H^+ . Ag^+ . Rb^+ . k^+ . Na^+ . Li^+ .

Br^- . CL^- . I^- .

Mg^{2+} . Pb^{2+} . Cu^{2+} . Zn^{2+} . CO^{2+} . Ni^{2+}

Mn^{2+} . Sn^{2+} . Hg_2^{2+} . Hg^{2+} . Cd^{2+} . Fe^{2+}

Ba^{2+} . Ca^{2+} . Be^{2+}

Au^{3+} . Cr^{3+} . Fe^{3+} . AL^{3+}

Sn^{4+}

كيف نجد عدد التأكسد ضمن المركب

$K_2\,Cr_2\,O_7$ $\quad Cr^{3+}$

$(+1) + 2+2\,x\ +7(-2) = 0 \Longrightarrow$ **X = +6**

Na IO_3 $\quad I^{5+}$

$(+1) + x + 3\,(-2) = 0 \Longrightarrow X = {}^{+}5$

$Mn\,Ou^{1-} \Longrightarrow Mn\,Ou \Longrightarrow Mn^{7+}$

$X + 4\,(-2) = -1 \qquad X = +7$

H_2SO_4 $\quad S^{6+}$

$2(+1) + X + 4\,(.2) = 0 \Longrightarrow X = +6$

$H_2Co_3 \Longrightarrow H_2Co_3 \qquad C^{4+}$

$2(+1)+X+3(-2) = 0 \qquad X = +4$

$HPO_4^{2-} \Longrightarrow HPO_4 \qquad P^{7+}$

$(+1) + X + 4\,(-2) = 2^- \Longrightarrow X = 7^+$

تمرين 1// احسب عدد تأكسد العناصر المشار اليها باللون الأحمر في المركبات و الايونات التالية :

$NaIO_3$

$+1+X+(5*-2)=0$

$X=+5$

MnO_4^{-1}

$X+(4*-2)=-1$

$X=-1+8$

$X=+7$

H_2SO_4

$+2+X+(4*-2)=0$

$X=+6$

$K_2Cr_2O_7$

$+2+2X+(7*-2)=0$

$2X=+12$

$X=+6$

HPO_4^{-2}

$+1+X+(4*-2)=-2$

$X=-2+7$

$X=+5$

H_2CO_3

$+2+X+(3*-2)=0$

$X=+4$

مثال 1 // حدد اعداد التأكسد العناصر في المركبات و الايونات و الذرات الاتية

F_2 BaO PO_4^{-3} Mg^{+2} KCl SO_2

واجب

الكيمياء الكهربائية

فرع من فروع الكيمياء , تهتم بالتحولات بين الطاقة الكيميائية والطاقة الكهربائية حيث تحصل بعض التفاعلات الكيميائية نتيجة لأمرار تيار كهربائي وتؤدي بعض التفاعلات الكيميائية الى نشوء تيار كهربائي .

العمليات الكهروكيميائية :- هي تفاعلات تأكسد واختزال يتم فيها انبعاث طاقة بواسطة تفاعل تلقائي , تتحول هذه الطاقة الى طاقة كهربائية او يتم فيها استخدام الطاقة الكهربائية لانجاز تفاعل غير تلقائي

تفاعلات التأكسد والاختزال

عملية التأكسد (تأكسد – فقدان – انود)

التأكسد :- عبارة عن تغير كيميائي يصحبه فقدان في الالكترونات من ذرة او مجموعة من الذرات ويؤدي الى زيادة في اعداد التأكسد .

الأنود :- القطب الذي تجري عنده عملية الأكسدة (الفقدان) والذي يكون مصدر الألكترونات .

العامل المختزل :- المادة الذي تتأكسد وتسبب اختزالاً لمادة اخرى .

تفاعل تأكسد

انود $Zn \longrightarrow Zn^{2+} + 2e^-$

(عامل مختزل)

عملية الاختزال (اختزال – اكتساب – كاثود)

الأختزال : تغير كيميائي تكتسب فيه الذرة أو مجموعة من الذرات ألكترونات يصاحبها نقصان في أعداد التأكسد للعنصر .

الكاثود : القطب الذي تجري عنده عملية الأختزال و الذي تتحول اليه الألكترونات المنتقلة من الآنود

العامل المؤكسد :- المادة التي تختزل وتسبب تأكسد لمادة اخرى .

تفاعل اختزال $Cu^{2+} + 2e^{-} \longrightarrow Cu$ كاثود
(عامل مؤكسد)

مثال // كيف تكتب تفاعل تأكسد واختزال لخلية فيها :

1) الانود (Zn) والكاثود (Cu)

نصف خلية (تأكسد) — انود $Zn \longrightarrow Zn^{2+} + 2e$

نصف خلية (اختزال) — كاثود $Cu^{2+} + 2e \longrightarrow Cu$

تفاعل الخلية — $Zu + Cu^{2+} \longrightarrow Zn^{2+} + Cu$

الانود (NI) الكاثود (Cd)

نصف خلية (تأكسد) — انود $Ni \longrightarrow Ni^{2+} + 2e$

نصف خلية (اختزال) — كاثود $Cd^{2+} + 2e \longrightarrow Cd$

تفاعل الخلية — $Ni + Cd^{2+} \longrightarrow Ni^{2+} + Cd$

تمرين (2 – 4) حدد الذرات التي تعاني تأكسد وتلك التي تعاني اختزالاً في التفاعلات الانية مع كتابة انصاف التفاعل للتأكسد والاختزال .

1)

$Zn + Cu^{2+} \longrightarrow Zn^{2+} + Cu$

فقدان (انود)

اكتساب (كاثود)

(تأكسد) — انود $Zn \longrightarrow Zn^{2+} + 2e^{-}$

(اختزال) — كاثود $Cu^{+2} + 2e^{-} \longrightarrow Cu$

تفاعل الخلية — $Zn + Cu^{2+} \longrightarrow Zn^{2+} + Cu$

2)

$Mg + {}_2H^{+}CL^{-} \longrightarrow Mg^{+2}CL^{-} + H_2$

انود (فقدان)

اكتساب (كاثود)

(تأكسد) — انود $Mg \longrightarrow Mg^{2+} + 2e^{-}$

(اختزال) — كاثود $2H^{+} + 2e^{-} \longrightarrow H_2$

تفاعل الخلية — $Mg + {}_2H^{+} \longrightarrow Mg^{2+} + H_2$

زورونا على مواقع التواصل الاجتماعي رحلة التفوق في السادس

تمرين (3 – 4) حدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في كل من التفاعلات :

1) $2C + O_2 \longrightarrow 2C^{+2}O^{-2}$

فقدان (انود)

اكتساب (كاثود)

(تأكسد) $2C \longrightarrow C^{+2} + 4e^-$ عامل مختزل

(اختزال) $O_2 + 4e^- \longrightarrow 2O^{2-}$

2) $Mg + CL_2 \longrightarrow Mg^{2+} + C^-L_2$

فقدان (انود)

اكتساب (كاثود)

نصف خلية (تأكسد) $Mg \longrightarrow Mg^{2+} + 2e$ عامل مختزل

نصف خلية (اختزال) $CL_2 + 2e \longrightarrow {}_2CL^-$ عامل مؤكسد

$Mg + Fe^{2+} \longrightarrow Mg^{2+} + Fe$

اكتساب (كاثود)

فقدان (انود)

(تأكسد) $Mg \longrightarrow Mg^{2+} + 2e$ عامل مختزل

(اختزال) $Fe^{2+} + 2e \longrightarrow Fe$ عامل مؤكسد

س // حدد الذرات التي تعاني تأكسد وتلك التي تعاني اختزال في التفاعلات التالية مع كتابة انصاف التفاعل للتأكسد والاختزال.

1) $CL_2 + {}_2I^- \longrightarrow 2CL^- + I_2$

2) $Mg + Fe^{2+} \longrightarrow Mg^{2+} + Fe$

واجب

س // حدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في كل من التفاعلات الاتية :-

1) $Zn + CuSO_4 \longrightarrow ZnSO_4 + Cu$

2) $Cu + 2AgNO_3 \longrightarrow Cu(NO_3) + {}_2Ag$

واجب

مهدي الحسناوي

تمرين (4 – 4) هل يحتاج حدوث انصاف التفاعلات الأتية لعامل مؤكسد ام مختزل ولماذا ؟

A) $Mg \longrightarrow Mg^{+1} + 2e^-$

انود – فقدان – تأكسد – عامل مختزل

لذلك يحتاج لعامل مؤكسد

B) $Ge^{+4} + e^- \longrightarrow Ge^{+3}$

اكتساب – اختزال – كاثود – عامل مؤكسد

لذلك يحتاج لعامل مختزل

C) $4H^+ + O_2 + 4e^- \longrightarrow 2H_2O$

اكتساب – اختزال – كاثود – عامل مؤكسد

لذلك يحتاج لعامل مختزل

تمرين (4 – 5) حدد العامل المؤكسد و العامل المختزل في التفاعلات التالية

1) $2H_2O_2 \longrightarrow 2H_2O + 2O_2$

$X_{O_2} = -1$ ، $X_{O_2} = -2$ ، $X_{O_2} = 0$

اكتساب اختزال عامل مؤكسد

فقدان تأكسد عامل مختزل

2) $Cl_2 + 2OH^- \longrightarrow Cl^{-1} + ClO^- + H_2O$

$X=0$ ، $X=-1$ ، $X+(-2)-1$ ، $X=+1$

اكتساب اختزال عامل مؤكسد

فقدان تأكسد عامل مختزل

التأكسد و الأختزال الذاتي .

هو تفاعل يحدث فيه تأكسد و اختزال لنفس الذرة

مثال // ذرة البروم في هذا التفاعل

$Br_2 + 2OH^- \rightleftharpoons Br^{+1}O^{-1} + Br^{-1} + H_2O$

تأكسد فقدان

اختزال اكتساب

حيث يتحول تأكسد البروم من (صفر) الى (1+)

انود $Br_2 \longrightarrow BrO^{-1}$

تأكسد

$X + (-2) = -1$

$X = +1$

حيث تحول تأكسد البروم من (صفر) الى (1-)

كاثود $Br_2 \longrightarrow Br^{-1}$

اختزال

مهدي الحسناوي

موازنة معادلات التأكسد و الأختزال

Balancing Redox Equation

هناك عدة طرق لموازنة المعادلة منها

1) طريقة نصف التفاعل
2) طريقة موازنة المعادلة في وسط حامضي
3) طريقة موازنة المعادلة في وسط قاعدي
4) طريقة المحاولة و الخطأ

اولاً طريقة نصف التفاعل Half Reaction Method

1) نحدد الأنود والكاثود من المعادلة و نكتب تفاعل نصف الخلية لكل منهما .
2) توازن عدد الذرات في كل نصف .
3) نساوي عدد الألكترونات في التفاعليين .
4) نجمع التفاعليين و نحصل على المعادلة الموزونة المطلوبة .

مثال (4 – 4) زِن المعادلة التالية بطريقة نصف التفاعل ؟

الحل //

$$AL + H^+ \longrightarrow AL^{+3} + H_2$$

تأكسد فقدان (انود) : $AL \rightarrow AL^{+3}$

اختزال اكتساب (كاثود) : $H^+ \rightarrow H_2$

1) انود $Al \longrightarrow Al^{+3}$

كاثود $H^+ \longrightarrow H_2$

يجب موازنة H^+

2) انود $Al \longrightarrow Al^{+3}$

كاثود $2H^+ \longrightarrow H_2$

نضيف الألكترونات للتفاعلين حسب اعداد التأكسد

3) انود $Al \longrightarrow Al^{+3} + 3e^-$

كاثود $2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2$

نضرب المعادلة الأولى * 2 و المعادلة الثانية * 3 لموازنة الألكترونات

4) انود $2Al \longrightarrow 2AL^{+3} + 6e^-$

كاثود $6H^+ + \cancel{6e^-} \longrightarrow 3H_2$

$$2Al + 6H^+ \longrightarrow 2Al^{+3} + 3H_2$$

زورونا على مواقع التواصل الاجتماعي
رحلة التفوق في السادس

مثال (4 – 5) زِن المعادلة التالية بطريقة نصف التفاعل

$I^- + Hg^{+2} \longrightarrow I_2 + Hg_2^{+2}$

تأكسد فقدان (انود)

اختزال اكتساب (كاثود)

1) انود $I^- \longrightarrow I_2$

كاثود $Hg^{+2} \longrightarrow Hg_2^{+2}$

2) انود $2I^- \longrightarrow I_2$

كاثود $2Hg^{+2} \longrightarrow Hg_2^{+2}$

3) انود $2I^- \longrightarrow I_2 + \cancel{2e}$

كاثود $2Hg^{+2} + \cancel{2e} \longrightarrow Hg_2^{+2}$

$2I^- + 2Hg^{+2} \longrightarrow I_2 + Hg_2^{+2}$

س / زِن المعادلات التالية بطريقة نصف القطر

1) $Fe^{+3} + I^- \longrightarrow Fe^{+2} + I_2$

2) $Hg_2^{+2} + Cr \longrightarrow Hg + Cr^{+3}$

واجب

تمرين 6 // زِن المعادلات الأتية بطريقة نصف التفاعل

1) $Al + Hg_2^{+2} \longrightarrow Al^{+3} + Hg$

$X=0$ $X=+1$ $X=+3$ $X=0$

تأكسد فقدان (انود)

عامل مختزل

اختزال اكتساب (كاثود) عامل مؤكسد

انود $Al \longrightarrow Al^{+3}$

كاثود $Hg_2^{+2} \longrightarrow Hg$

نوازن Hg

انود $Al \longrightarrow Al^{+3}$

كاثود $Hg_2^{+2} \longrightarrow 2Hg$

نوازن الشحنات

انود $Al \longrightarrow Al^{+3} + 3e^-$

كاثود $Hg_2^{+2} + 2e^- \longrightarrow 2Hg$

نساوي عدد e^- بضرب

المعادلة الأولى 2X

و المعادلة الثانية 3X

انود $2Al \longrightarrow 2Al^{+3} + \cancel{6e^-}$

كاثود $3Hg_2^{+2} + \cancel{6e^-} \longrightarrow 6Hg$

$2Al + 3Hg_2^{+2} \longrightarrow 2Al^{+3} + 6Hg$

مهدي الحسناوي

2) $O^{-2} + Cl^{+5} \longrightarrow O_2 + Cl^{-}$

X=-2 X=+5 X=0 X=-1

تأكسد فقدان (انود)

عامل مختزل

اختزال اكتساب (كاثود)

عامل مؤكسد

انود $O^{-2} \longrightarrow O_2$

كاثود $Cl^{+5} \longrightarrow Cl^{-}$

نوازن عدد ذرات الأوكسجين

انود $2O^{-2} \longrightarrow O_2$

كاثود $Cl^{+5} \longrightarrow Cl^{-}$

نوازن الشحنات

انود $2O^{-2} \longrightarrow O_2 + 4e^{-}$

كاثود $Cl^{+5} + 6e^{-} \longrightarrow Cl^{-1}$

نساوي عدد e^{-} بضرب

المعادلة الأولى 6 X

و المعادلة الثانية 4X

انود $12O^{-2} \longrightarrow 6O_2 + \cancel{24e^{-}}$

كاثود $4Cl^{+5} + \cancel{24e^{-}} \longrightarrow 4Cl^{-1}$

$12O^{-2} + 4Cl^{+5} \longrightarrow 6O_2 + 4Cl^{-}$

---

3) $Fe^{+3} + Sn^{+2} \longrightarrow Fe^{+2} + Sn^{+4}$

X=+3 X=+2 X=+2 X=+4

اختزال اكتساب (كاثود)

عامل مؤكسد

تأكسد فقدان (انود)

عامل مختزل

انود $Sn^{+2} \longrightarrow Sn^{+4}$

كاثود $Fe^{+3} \longrightarrow Fe^{+2}$

نلاحظ ان الذرات متساوية لذلك نوازن الشحنات

انود $Sn^{+2} \longrightarrow Sn^{+4} + 2e^{-}$

كاثود $Fe^{+3} + 1e^{-} \longrightarrow Fe^{+2}$

نساوي عدد e^{-}

انود $Sn^{+2} \longrightarrow Sn^{+4} + \cancel{2e^{-}}$

كاثود $2Fe^{+3} + \cancel{2e^{-}} \longrightarrow 2Fe^{+2}$

بضرب المعادلة الثانية 2X

$Sn^{+2} + 2Fe^{+3} \longrightarrow Sn^{+4} + 2Fe^{+2}$

مهدي الحسناوي

ثانياً // طريقة نصف التفاعل بوسط حامضي .

1) نحدد الأنود و الكاثود من المعادلة و نكتب تفاعل نصف الخلية لكل منهما .
2) نوازن عدد الذرات في كل نصف (ماعدى H , OH) .
3) نوازن عدد ذرات الأوكسجين بإضافة جزيئات ماء في الطرف الأخر .
4) نوازن عدد ذرات الهيدروجين بإضافة ايونات H^+ في الطرف الأخر .
5) نضيف عدد الألكترونات لكل نصف .
6) نساوي عدد الألكترونات في التفاعليين .
7) نجمع التفاعليين و نحصل على المعادلة الموزونة المطلوبة .

مثال // زِن المعادلة التالية بطريقة نصف التفاعل في وسط حامضي

$$Cr_2^{+6}O_7^{-2} + Fe^{+2} \xrightarrow{H^+} Cr^{+3} + Fe^{+3}$$

تأكسد فقدان (انود)
عامل مختزل

اختزال اكتساب (كاثود)
عامل مؤكسد

نحسب تأكسد Cr
في المركب $Cr_2O_7^{-2}$
$2X+(7*-2)=-2$
$2X = -2+14$
$X = +6$

1) انود $Fe^{+2} \longrightarrow Fe^{+3}$
كاثود $Cr_2O_7^{-1} \longrightarrow Cr^{+3}$

2) انود $Fe^{+2} \longrightarrow Fe^{+3}$
كاثود $Cr_2O_7^{-1} \longrightarrow 2Cr^{+3}$

نوازن Cr في الطرفين

3) انود $Fe^{+2} \longrightarrow Fe^{+3}$
كاثود $Cr_2O_7^{-1} \longrightarrow 2Cr^{+3} + 7H_2O$

نضيف $7H_2O$ لموزانة الأوكسجين

4) انود $Fe^{+2} \longrightarrow Fe^{+3}$
كاثود $Cr_2O_7^{-1} + 14H^+ \longrightarrow 2Cr^{+3} + 7H_2O$

نضيف $14H^+$ لموزانة الهيدروجين

5) انود $Fe^{+2} \longrightarrow Fe^{+3} + 1e^-$
كاثود $Cr_2O_7^{-1} + 14H^+ + 6e^- \longrightarrow 2Cr^{+3} + 7H_2O$

نضيف $6e^-$ لوجود ذرتين Cr كل ذرة $3e^-$

6) انود $6Fe^{+2} \longrightarrow 6Fe^{+3} + 6e^-$ (مشطوبة)
كاثود $Cr_2O_7^{-1} + 14H^+ + 6e^-$ (مشطوبة) $\longrightarrow 2Cr^{+3} + 7H_2O$

$$6Fe^{+2} + Cr_2O7^{-1} + 14H^+ \longrightarrow 2Cr^{+3} + 7H_2O$$

مثال (4 – 6) // زِن المعادلة التالية بطريقة نصف التفاعل في وسط حامضي ثم حدد العوامل المؤكسدة و المختزلة .

$C_2H_5OH + MnO_4^{-1} \longrightarrow C_2H_4O + Mn^{+2}$

$2X+(+5)-2+1=0$ $X+(-2*4)=-1$ $2X+(+4)-2=0$ $X=+2$

$2X=-4$ $X=+8-1$ $2X=-2$

$X=-2$ $X=+7$ $X=-1$

تأكسد فقدان (انود)
عامل مختزل

اختزال اكتساب (كاثود)
عامل مؤكسد

انود $C_2H_5OH \longrightarrow C_2H_4O$

كاثود $MnO_4^{-1} \longrightarrow Mn^{+2}$

نلاحظ ان عدد الذرات متوازن في طرفي المعادلة لذلك نوازن الاوكسجين بإضافة $4H_2O$

انود $C_2H_5OH \longrightarrow C_2H_4O$

كاثود $MnO_4^{-1} \longrightarrow Mn^{+2} + 4H_2O$

توازن H

انود $C_2H_5OH \longrightarrow C_2H_4O + 2H^+$

كاثود $MnO_4^{-1} + 8H^+ \longrightarrow Mn^{+2} + 4H_2O$

توازن عدد الشحنات

انود $C_2H_5OH \longrightarrow C_2H_4O + 2H^+ + 2e^-$

كاثود $MnO_4^{-1} + 8H^+ + 5e^- \longrightarrow Mn^{+2} + 4H_2O$

تساوي عدد e^- المفقودة و المكتسبة

نضرب الأنود X 5

انود $5C_2H_5OH \longrightarrow 5C_2H_4O + 10H^+ + 10e^-$

نضرب الكاثود X 2

كاثود $2MnO_4^{-1} + 16H^+ + 10e^- \longrightarrow 2Mn^{+2} + 8H_2O$

$5C_2H_5OH + 2MnO_4^{-1} + 6H^+ \longrightarrow 5C_2H_4O + 2Mn^{+2} + 8H_2O$

مهدي الحسناوي

تمرين 7 // زن انصاف التفاعلات الاتية في وسط حامضي ؟

1) $NO_3^{-1} \longrightarrow HNO_2$

$X + (3 * 2) = -1$ $\qquad$ $+1 + X + (2 * -2) = 0$

$X = -1 + 6$ $\qquad$ $X = +3$

$X = +5$

اختزال $\qquad$ اكتساب

كاثود

كاثود $NO_3^{-1} \longrightarrow HNO_2$

توازن ذرات O

كاثود $NO_3^{-1} \longrightarrow HNO_2 + H_2O$

توازن ذرات H

كاثود $NO_3^{-1} + 3H^+ \longrightarrow HNO_2 + H_2O$

نضيف عدد الالكترونات

$NO_3^{-1} + 3H^+ + 2e^- \longrightarrow HNO_2 + H_2O$

2) $MnO_4^{-1} \longrightarrow Mn^{+2}$

$X + (4 * -2) = -1$ $\qquad$ $X = +2$

$X = +7$

اختزال $\qquad$ اكتساب

كاثود

كاثود $MnO_4^{-1} \longrightarrow Mn^{+2}$

توازن ذرات O

كاثود $MnO_4^{-1} \longrightarrow Mn^{+2} + 4H_2O$

توازن ذرات H

كاثود $MnO_4^{-1} + 8H^+ \longrightarrow Mn^{+2} + 4H_2O$

نضيف عدد الالكترونات

كاثود $MnO_4^{-1} + 8H^+ + 5e^- \longrightarrow Mn^{+2} + 4H_2O$

مهدي الحسناوي

3) $Cr_2O_7^{-2} \longrightarrow Cr$

$2X + (7 * 2) = -2$ $X = 0$

$X = +6$

اختزال اكتساب

كاثود

توازن ذرات Cr — $Cr_2O_7^{-2} \longrightarrow Cr$ كاثود

توازن ذرات O — $Cr_2O_7^{-2} \longrightarrow 2Cr$ كاثود

توازن ذرات H — $Cr_2O_7^{-2} \longrightarrow 2Cr + 7H_2O$ كاثود

تضيف عدد الالكترونات — $Cr_2O_7^{-2} + 14H^+ \longrightarrow 2Cr + 7H_2O$ كاثود

$Cr_2O_7^{-2} + 14H^+ 12e^- \longrightarrow 2Cr + 7H_2O$ كاثود

تمرين 8 // زِن المعادلات الأتية بطريقة نصف التفاعل بوسط حامضي

1) $BiO_3^{-1} + Mn^{+2} \longrightarrow Bi^{+3} + MnO_4^{-2}$

$X+(3*-2)=-1$ $X=+2$ $X=+3$ $X+(4*-2)=-2$

$X=+5$ $X=+6$

تأكسد فقدان (انود)

عامل مختزل

اختزال اكتساب (كاثود)

عامل مؤكسد

انود $Mn^{+2} \longrightarrow MnO_4^{-2}$

كاثود $BiO_3^{-1} \longrightarrow Bi^{+3}$

نلاحظ ان الذرات متساوية لذلك نوازن الاوكسجين

انود $Mn^{+2} + 4H_2O \longrightarrow MnO_4^{-2}$

كاثود $BiO_3^{-1} \longrightarrow Bi^{+3} + 3H_2O$

نوازن H^+

انود $Mn^{+2} + 4H_2O \longrightarrow MnO_4^{-2} + 8H^+$

كاثود $BiO_3^{-1} + 6H^+ \longrightarrow Bi^{+3} + 3H_2O$

نوازن الشحنات

انود $Mn^{+2} + 4H_2O \longrightarrow MnO_4^{-2} + 8H^+ + 4e^-$

كاثود $BiO_3^{-1} + 6H^+ + 2e^- \longrightarrow Bi^{+3} + 3H_2O$

نساوي عدد e^-

انود $Mn^{+2} + \cancel{4H_2O} \longrightarrow MnO_4^{-2} + \cancel{8H^+} + \cancel{4e^-}$

بضرب المعادلة الثانية 2X — كاثود $2BiO_3^{-1} + 12\,\cancel{^{4}H^+} + \cancel{4e^-} \longrightarrow 2Bi^{+3} + 6\,\cancel{^{2}H_2O}$

$Mn^{+2} + 2BiO_3^{-1} + 4H^+ \longrightarrow MnO_4^{-2} + 2Bi^{+3} + 2H_2O$

2) $ICL \longrightarrow IO_3^- + I_2 + Cl^-$

X=+1 X+(-6)=-1 X=0

X=+5

تأكسد فقدان (انود)
عامل مختزل

اختزال اكتساب (كاثود)
عامل مؤكسد

انود $ICL \longrightarrow IO_3^{-1}$
كاثود $ICL \longrightarrow I_2$

نوازن الذرات

انود $ICL \longrightarrow IO_3^{-1}$
كاثود $2ICL \longrightarrow I_2$

نوازن عدد ذرات الاوكسجين

انود $ICL + 3H_2O \longrightarrow IO_3^{-1} + Cl^-$
كاثود $2ICL \longrightarrow I_2 + 2Cl^-$

نوازن H^+

انود $ICL + 3H_2O \longrightarrow IO_3^{-1} + Cl^- + 6H^+$
كاثود $2ICL \longrightarrow I_2 + 2Cl^-$

نوازن الشحنات

انود $ICL + 3H_2O \longrightarrow IO_3^{-1} + Cl^- + 6H^+ + 4e^-$
كاثود $2ICL + 2e^- \longrightarrow I_2 + 2Cl^-$

نساوي عدد e^-

نضرب المعادلة الثانية 2X

انود $ICL + 3H_2O \longrightarrow IO_3^{-1} + Cl^- + 6H^+ + \cancel{4e^-}$
كاثود $4ICL + \cancel{4e^-} \longrightarrow 2I_2 + 4Cl^-$

$5ICL + 3H_2O \longrightarrow IO_3^{-1} + 2I_2 + 5Cl^- + 6H^+$

مهدي الحسناوي

رحلة التفوق في السادس
عطاءً بلا حدود
A .M. Z

3) $S^{-2} + NO_3^{-1} \longrightarrow SO_4^{-2} + NO_2$

$X=-2$ $X+(-6)=-1$ $X+(-8)=-2$ $X+(-4)=0$

$X=+5$ $X=+6$ $X=+4$

اختزال اكتساب (كاثود)
عامل مختزل

تأكسد فقدان (انود)
عامل مؤكسد

انود $S^{-2} \longrightarrow SO_4^{-2}$

كاثود $NO_3^{-1} \longrightarrow NO_2$

نوازن الأوكسجين

انود $S^{-2} + 4H_2O \longrightarrow SO_4^{-2}$

كاثود $NO_3^{-1} \longrightarrow NO_2 + H_2O$

نوازن H^+

انود $S^{-2} + 4H_2O \longrightarrow SO_4^{-2} + 8H^+$

كاثود $NO_3^{-1} + 2H^+ \longrightarrow NO_2 + H_2O$

نوازن الشحنات

انود $S^{-2} + 4H_2O \longrightarrow SO_4^{-2} + 8H^+ + 8e^-$

كاثود $NO_3^{-1} + 2H^+ + 1e^- \longrightarrow NO_2 + H_2O$

نساوي عدد e^-

انود $S^{-2} + 4H_2O \longrightarrow SO_4^{-2} + \cancel{8H^+} + \cancel{8e^-}$

بضرب المعادلة الثانية 8X كاثود $8NO_3^{-1} + \cancel{16}^{8}H^+ + \cancel{8e^-} \longrightarrow 8NO_2 + 8H_2O$

$S^{-2} + 8NO_3^{-1} + 8H^+ \qquad SO_4^{-2} + 8NO_2 + 4H_2O$

ثالثاً/ طريقة التفاعل بوسط قاعدي

نتتبع نفس الخطوات في الوسط القاعدي مع إضافة خطوتين

1) نضيف ايونات OH^- لطرفي المعادلة بعدد ايونات H^+

2) نجمع ايونات H^+ مع ايونات OH^- فيتكون جزيئات ماء تحذف من طرفي المعادلة .

مهدي الحسناوي

مثال (4 – 7) زِن المعادلة الأتية بطريقة نصف التفاعل بوسط قاعدي

$$CH_3CHO + Cu^{+2} \longrightarrow CH_3COO^- + Cu_2O$$

$2X+(+4)-2=0$ $X=+2$ $2X+(+3)-4=-1$ $2X-2=0$

$2X=-2$ $2X=-1+1$ $2X=+2$

$X=-1$ $2X=0$ $X=+1$

تأكسد فقدان (انود)
عامل مختزل
اختزال اكتساب (كاثود)
عامل مؤكسد

انود $CH_3CHO \longrightarrow CH_3COO^-$
كاثود $Cu^{+2} \longrightarrow Cu_2O$

نوازن Cu

انود $CH_3CHO \longrightarrow CH_3COO^-$
كاثود $2Cu^{+2} \longrightarrow Cu_2O$

نوازن الأوكسجين

انود $CH_3CHO + H_2O \longrightarrow CH_3COO^-$
كاثود $2Cu^{+2} + H_2O \longrightarrow Cu_2O$

نوازن ذرات H^+

انود $CH_3CHO + H_2O \longrightarrow CH_3COO^- + 3H^+$
كاثود $2Cu^{+2} + H_2O \longrightarrow Cu_2O + 2H^+$

نوازن عدد الشحنات

انود $CH_3CHO + H_2O \longrightarrow CH_3COO^- + 3H^+ + 2e^-$
كاثود $2Cu^{+2} + H_2O + 2e^- \longrightarrow Cu_2O + 2H^+$

$$CH_3CHO + 2Cu^{+2} + 2H_2O \longrightarrow CH_3COO^- + Cu_2O + 5H^+$$

نلاحظ وجود $5H^+$ في المعادلة لذلك سوف نضيف $5OH^-$ لطرفي المعادلة لكي يتحول من وسط حامضي الى قاعدي

$$CH_3CHO + 2H_2O + 2Cu^{+2} + 5OH^- \longrightarrow CH_3COO^- + 5H^+ + 5OH^- + Cu_2O$$

نجمع ايونات H^+ مع OH^- التي في نفس الجهة لتتكون جزيئات H_2O

$$CH_3CHO + 2H_2O + 2Cu^{+2} + 5OH^- \longrightarrow CH_3COO^- + 5H_2O + Cu_2O$$

نحذف جزيئات الماء من طرفي المعادلة

$$CH_3CHO + 2Cu^{+2} + 5OH^- \longrightarrow CH_3COO^- + 3H_2O + Cu_2O$$

مهدي الحسناوي

مثال (4 – 8) زِن المعادلة الأتية بطريقة نصف التفاعل بوسط قاعدي

$Al + NO_3^{-1} \longrightarrow NH_3 + [Al(OH)_4]^{-1}$

X=0   X+(3*-2)=-1   X+(+3)=0   X+(4*-1)=-1

X=+5   X=-3   X=+3

تأكسد فقدان (انود)
عامل مختزل

اختزال اكتساب (كاثود)
عامل مؤكسد

انود $Al \longrightarrow [Al(OH)_4]^{-1}$

كاثود $NO_3^{-1} \longrightarrow NH_3$

نلاحظ ان الذرات متوازنة لذلك نوازن الأوكسجين

انود $Al + 4H_2O \longrightarrow [Al(OH)_4]^{-1}$

كاثود $NO_3^{-1} \longrightarrow NH_3 + 3H_2O$

نوازن H^+

انود $Al + 4H_2O \longrightarrow [Al(OH)_4]^{-1} + 4H^+$

كاثود $NO_3^{-1} + 9H^+ \longrightarrow NH_3 + 3H_2O$

نوازن عدد الشحنات

انود $Al + 4H_2O \longrightarrow [Al(OH)_4]^{-1} + 4H^+ + 3e^-$

كاثود $NO_3^{-1} + 9H^+ + 8e^- \longrightarrow NH_3 + 3H_2O$

نساوي عدد e^-

بضرب المعادلة الأولى 8X   انود $8Al + \overset{23}{\cancel{32}}H_2O \longrightarrow 8[Al(OH)_4]^{-1} + \overset{5}{\cancel{32}}H^+ + \cancel{24e^-}$

و المعادلة الثانية 3X   كاثود $3NO_3^{-1} + \cancel{27H^+} + \cancel{24e^-} \longrightarrow 3NH_3 + \cancel{9H_2O}$

$8Al + 3NO_3^{-1} + 23H_2O \longrightarrow 8[Al(OH)_4]^{-1} + 3NH_3 + 5H^+$

نلاحظ وجود $5H^+$ في المعادلة لذلك سوف نضيف $5OH^-$ لطرفي المعادلة

$8Al + 23H_2O + 3NO_3^{-1} + 5OH^- \longrightarrow 8[Al(OH)_4]^{-1} + 3NH_3 + 5H^+ + 5OH^-$

نجمع H^+ و OH^- فتتكون جزيئات ماء نحذف المشترك منها

$8Al + \overset{18}{\cancel{23}}H_2O + 3NO_3^{-1} + 5OH^- \longrightarrow 8[Al(OH)_4]^{-1} + 3NH_3 + \cancel{5H_2O}$

بعد حذف $5H_2O$ من طرفي المعادلة تصبح المعادلة

$8Al + 18H_2O + 3NO_3^{-1} + 5OH^- \longrightarrow 8[Al(OH)_4]^{-1} + 3NH_3$

مهدي الحسناوي

تمرين 9 // زن انصاف التفاعلات الاتية في وسط قاعدي

1) $NO_3^{-1} \longrightarrow NO_2^{-1}$

$X + (3 * -2) = -1$ $X + (2 * -2) = -1$

$X = -1 + 6$ $X = -1 + 4$

$X = +5$ $X = +3$

توازن ذرات O   كاثود $NO_3^{-1} \longrightarrow NO_2^{-1}$

توازن ذرات H   كاثود $NO_3^{-1} \longrightarrow NO_2^{-1} + H_2O$

نضيف عدد الالكترونات   كاثود $NO_3^{-1} + 2H^{+} \longrightarrow NO_2^{-1} + H_2O$

كاثود $NO_3^{-1} + 2H^{+} + 2e^{-} \longrightarrow NO_2^{-1} + H_2O$

نضيف $2OH^{-}$ لطرفي المعادلة

كاثود $NO_3^{-1} + 2H^{+} + 2OH^{-} + 2e^{-} \longrightarrow NO_2^{-1} + H_2O + 2OH^{-}$

نجمع H^{+} مع OH^{-} و نحذف جزيئات الماء

كاثود $NO_3^{-1} + \cancel{2}H_2O + 2e^{-} \longrightarrow NO_2^{-1} + \cancel{H_2O} + 2OH^{-}$

فتصبح المعادلة

كاثود $NO_3^{-1} + H_2O + 2e^{-} \longrightarrow NO_2^{-1} + 2OH^{-}$

2) $MnO_4^{-1} \longrightarrow MnO_2$

$X + (4 * -2) = -1$ $X + (2 * -2) = 0$

$X = +7$ $X = +4$

اختزال   اكتساب

كاثود

كاثود $MnO_4^{-1} \longrightarrow MnO_2$

توازن ذرات O

كاثود $MnO_4^{-1} \longrightarrow MnO_2 + 2H_2O$

توازن ذرات H

كاثود $MnO_4^{-1} + 4H^{+} \longrightarrow MnO_2 + 2H_2O$

نضيف عدد الالكترونات

كاثود $MnO_4^{-1} + 4H^{+} + 3e^{-} \longrightarrow MnO_2 + 2H_2O$

نضيف $4OH^{-}$ لطرفي المعادلة

كاثود $MnO_4^{-1} + 4H^{+} + 4OH^{-} + 3e^{-} \longrightarrow MnO_2 + 2H_2O + 4OH^{-}$

نجمع H^{+} مع OH^{-} و نحذف جزيئات الماء

كاثود $MnO_4^{-1} + \cancel{4H_2O} + 3e^{-} \longrightarrow MnO_2 + \cancel{2H_2O} + 4OH^{-}$

فتصبح المعادلة

كاثود $MnO_4^{-1} + 2H_2O + 3e^{-} \longrightarrow MnO_2 + 4OH^{-}$

3) $ClO_4^{-1} \longrightarrow Cl_2$

$X + (4 * -2) = -1$ $2X = 0$

$X = -1 + 8$ $X = 0$

$X = +7$

اختزال   اكتساب

كاثود

كاثود $ClO_4^{-1} \longrightarrow Cl_2$

توازن ذرات Cl

كاثود $2ClO_4^{-1} \longrightarrow Cl_2$

توازن ذرات O

كاثود $2ClO_4^{-1} \longrightarrow Cl_2 + 8H_2O$

توازن ذرات H

كاثود $2ClO_4^{-1} + 16H^+ \longrightarrow Cl_2 + 8H_2O$

تضيف عدد الالكترونات

كاثود $2ClO_4^{-1} + 16H^+ + 24e^- \longrightarrow Cl_2 + 8H_2O$

تضيف $16\ OH^-$ لطرفي المعادلة

كاثود $2ClO_4^{-1} + 16H^+ + 16OH^- + 24e^- \longrightarrow Cl_2 + 8H_2O + 16OH^-$

نجمع H^+ مع OH^- و نحذف جزيئات الماء

كاثود $2ClO_4^{-1} + \cancel{16H_2O} + 24e^- \longrightarrow Cl_2 + \cancel{8H_2O} + 16OH^-$

فتصبح المعادلة

كاثود $2ClO_4^{-1} + 8H_2O + 24e^- \longrightarrow Cl_2 + 16OH^-$

مهدي الحسناوي

رحلة التفوق في السادس
عطاءً بلا حدود
A .M. Z

تمرين 10 // زن المعادلات الاتية بطريقة نصف التفاعل في وسط قاعدي

1) $I_2 \longrightarrow I^- + IO_3^{-1}$

$X = 0$ $\quad$ $X = 1$ $\quad$ $X + (3 * -2) = -1$

$X = -1 + 6$

$X = +5$

اختزال اكتساب

كاثود

فقدان تأكسد أنود

انود $I_2 \longrightarrow IO_3^-$

كاثود $I_2 \longrightarrow I^-$

توازن ذرات I

انود $I_2 \longrightarrow 2IO_3^{-1}$

كاثود $I_2 \longrightarrow 2I^-$

توازن ذرات O

انود $I_2 + 6H_2O \longrightarrow 2IO_3^{-1}$

كاثود $I_2 \longrightarrow 2I^-$

توازن ذراتH

انود $I_2 + 6H_2O \longrightarrow 2IO_3^{-1} + 12H^+$

كاثود $I_2 \longrightarrow 2I^-$

نضيف عدد الالكترونات

انود $I_2 + 6H_2O \longrightarrow 2IO_3^{-1} + 12H^+ + 10e^-$

كاثود $I_2 + 2e^- \longrightarrow 2I^-$

توازن الشحنات بضرب المعادلة الثانية × 5

انود $I_2 + 6H_2O \longrightarrow 2IO_3^{-1} + 12H^+ + \cancel{10e^-}$

كاثود $I_2 + \cancel{10e^-} \longrightarrow 2I^-$

$6I_2 + 6H_2O \longrightarrow 2IO_3^{-1} + 10I^- + 12H^+$

نضيف $12OH^-$ لطرفي المعادلة

$6I_2 + 6H_2O + 12OH^- \longrightarrow 2IO_3^{-1} + 10I^- + 12H^+ + 12OH^-$

نجمع H^+ مع OH^- و نحذف جزيئات الماء

$6I_2 + \cancel{6H_2O} + 12OH^- \longrightarrow 2IO_3^{-1} + 10I^- + \cancel{12H_2O}$

فتصبح المعادلة

$6I_2 + 12OH^- \longrightarrow 2IO_3^{-1} + 10I^- + 6H_2O$

مهدي الحسناوي

2) $Fe + NO_3^{-1} \longrightarrow Fe^{+3} + N_2$

X = 0   X + (3 * -2) = -1   X = +3   X = 0

X = +5

انود تأكسد فقدان

كاثود اختزال اكتساب

انود $Fe \longrightarrow Fe^{+3}$

كاثود $NO_3^{-1} \longrightarrow N_2$

توازن ذرات N

انود $Fe \longrightarrow Fe^{+3}$

كاثود $2NO_3^{-1} \longrightarrow N_2$

توازن ذرات O

انود $Fe \longrightarrow Fe^{+3}$

كاثود $2NO_3^{-1} \longrightarrow N_2 + 6H_2O$

توازن ذرات H

انود $Fe \longrightarrow Fe^{+3}$

كاثود $2NO_3^{-1} + 12H^{+} \longrightarrow N_2 + 6H_2O$

نضيف عدد الالكترونات

انود $Fe \longrightarrow Fe^{+3} + 3e^{-}$

كاثود $2NO_3^{-1} + 12H^{+} + 5e^{-} \longrightarrow N_2 + 6H_2O$

نوازن عدد e^{-} بضرب الأولى × 5 و الثانية × 3

انود $5Fe \longrightarrow 5Fe^{+3} + \cancel{15e^{-}}$

كاثود $6NO_3^{-1} + 36H^{+} + \cancel{15e^{-}} \longrightarrow 3N_2 + 18H_2O$

$6NO_3^{-1} + 5Fe + 36H^{+} \longrightarrow 3N_2 + 18H_2O + 5Fe^{+3}$

نضيف $36OH^{-}$ لطرفي المعادلة

$6NO_3^{-1} + 5Fe + 36H^{+} + 36OH^{-} \longrightarrow 3N_2 + 18H_2O + 5Fe^{+3} + 36OH^{-}$

نجمع H^{+} مع OH^{-} و نحذف جزيئات الماء

$6NO_3^{-1} + 5Fe + \cancel{36}H_2O \longrightarrow 3N_2 + \cancel{18}H_2O + 5Fe^{+3} + 36OH^{-}$

فتصبح المعادلة

$6NO_3^{-1} + 5Fe + 18H_2O \longrightarrow 3N_2 + 5Fe^{+3} + 36OH^{-}$

مهدي الحسناوي

3) $Zn + NO_3^{-1} \longrightarrow NH_3 + [Zn(OH)_4]^{-2}$

$X=0$ $X+(-6)=-1$ $X+(+3)=0$ $X+(-4)=-2$

$X=+5$ $X=-3$ $X=+2$

اختزال اكتساب (كاثود)

عامل مختزل

تأكسد فقدان (انود)

عامل مؤكسد

انود $Zn \longrightarrow [Zn(OH)_4]^{-2}$

كاثود $NO_3^{-1} \longrightarrow NH_3$

نوازن الأوكسجين

انود $Zn + 4H_2O \longrightarrow [Zn(OH)_4]^{-2}$

كاثود $NO_3^{-1} \longrightarrow NH_3 + 3H_2O$

نوازن H^+

انود $Zn + 4H_2O \longrightarrow [Zn(OH)_4]^{-2} + 4H^+$

كاثود $NO_3^{-1} + 9H^+ \longrightarrow NH_3 + 3H_2O$

نوازن الشحنات

انود $Zn + 4H_2O \longrightarrow [Zn(OH)_4]^{-2} + 4H^+ + 2e^-$

كاثود $NO_3^{-1} + 9H^+ + 9e^- \longrightarrow NH_3 + 3H_2O$

نساوي عدد e^-

بضرب المعادلة الأولى 4x

13 4

انود $4Zn + 16H_2O \longrightarrow 4[Zn(OH)_4]^{-2} + 16H^+ + 8e^-$

كاثود $NO_3^{-1} + 9H^+ + 9e^- \longrightarrow NH_3 + 3H_2O$

$4Zn + NO_3^{-1} + 13H_2O \longrightarrow 4[Zn(OH)_4]^{-2} + 7H^+ + NH_3$

نضيف $7OH^-$ لطرفي المعادلة

$4Zn + NO_3^{-1} + 13H_2O + 7OH^- \longrightarrow 4[Zn(OH)_4]^{-2} + NH_3 + 7H^+ + 7OH^-$

نجمع H^+ مع OH^- فتتكون جزيئات H_2O

6

$4Zn + NO_3^{-1} + 13H_2O + 7OH^- \longrightarrow 4[Zn(OH)_4]^{-2} + NH_3 + 7H_2O$

نحذف جزيئات الماء المشتركة من طرفي المعادلة

$4Zn + NO_3^{-1} + 6H_2O + 7OH^- \longrightarrow 4[Zn(OH)_4]^{-2} + NH_3$

مهدي الحسناوي

4) $Mn^{+2} + H_2O_2 \longrightarrow MnO_2 + H_2O$

$X = +2$ $+2+2X = 0$ $X+(2*-2)=0$ $+2+X=0$

$2X=-2$ $X=+4$ $X = -2$

$X = -1$

اختزال اكتساب (كاثود)

تأكسد فقدان (انود)

انود $Mn^{+2} \longrightarrow MnO_2$

كاثود $H_2O_2 \longrightarrow H_2O$

نوازن ذرات O

انود $Mn^{+2} + 2H_2O \longrightarrow MnO_2$

كاثود $H_2O_2 \longrightarrow 2H_2O$

نوازن ذرات H

انود $Mn^{+2} + 2H_2O \longrightarrow MnO_2 + 4H^+$

كاثود $H_2O_2 + 2H^+ \longrightarrow 2H_2O$

نضيف عدد الالكترونات

انود $Mn^{+2} + 2H_2O \longrightarrow MnO_2 + 4H^+ + 2e^-$

كاثود $H_2O_2 + 2H^+ + 2e^- \longrightarrow 2H_2O$

$Mn^{+2} + H_2O_2 \longrightarrow MnO_2 + 2H^+$

نضيف $2OH^-$ لطرفي المعادلة

$Mn^{+2} + H_2O_2 + 2OH^- \longrightarrow MnO_2 + 2H^+ + 2OH^-$

نجمع H^+ مع OH^- فتصبح المعادلة

$Mn^{+2} + H_2O_2 + 2OH^- \longrightarrow MnO_2 + 2H_2O$

رحلة التفوق في السادس
عطاءٌ بلا حدود
A .M. Z

5) $Cr_2O_3 + ClO^- \longrightarrow CrO_4^{-2} + Cl^-$

$2X+(-6)=0$ | $X+(-2)=-1$ | $X+(-8)=-2$ | $X=-1$

$2X=+6$ | $X=+1$ | $X=+6$

$X=+3$

اختزال اكتساب (كاثود)
عامل مختزل

تأكسد فقدان (انود)
عامل مؤكسد

انود $CrO_3 \longrightarrow CrO_4^{-2}$
كاثود $ClO^{-1} \longrightarrow Cl^-$

نساوي الذرات

انود $CrO_3 \longrightarrow 2CrO_4^{-2}$
كاثود $ClO^{-1} \longrightarrow Cl^-$

نساوي الاوكسجين

انود $CrO_3 + 5H_2O \longrightarrow 2CrO_4^{-2}$
كاثود $ClO^{-1} \longrightarrow Cl^- + H_2O$

نساوي H^+

انود $CrO_3 + 5H_2O \longrightarrow 2CrO_4^{-2} + 10H^+$
كاثود $ClO^{-1} + 2H^+ \longrightarrow Cl^- + H_2O$

نوازن الشحنات

انود $CrO_3 + 5H_2O \longrightarrow 2CrO_4^{-2} + 10H^+ + 6e^-$
كاثود $ClO^{-1} + 2H^+ + 2e^- \longrightarrow Cl^- + H_2O$

نساوي عدد e^-

2 4

انود $CrO_3 + \cancel{5H_2O} \longrightarrow 2CrO_4^{-2} + \cancel{10H^+} + \cancel{6e^-}$
كاثود $3ClO^{-1} + \cancel{6H^+} + \cancel{6e^-} \longrightarrow 3Cl^- + \cancel{3H_2O}$ نضرب المعادلة الثانية 3x

$Cr_2O_3 + 2H_2O + 3ClO^- \longrightarrow 2CrO_4^{-2} + 3Cl^- + 4H^+$

نضيف $4OH^-$ لطرفي المعادلة

$Cr_2O_3 + 2H_2O + 3ClO^- + 4OH^- \longrightarrow 2CrO_4^{-2} + 3Cl^- + 4H^+ + 4OH^-$

نجمع H^+ مع OH^- فيتكون جزيئات H_2O

$Cr_2O_3 + \cancel{2H_2O} + 3ClO^- + 4OH^- \longrightarrow 2CrO_4^{-2} + 3Cl^- + 4\,{}^{2}\cancel{H_2O}$

نحذف H_2O المشتركة

$Cr_2O_3 + 3ClO^- + 4OH^- \longrightarrow 2CrO_4^{-2} + 3Cl^- + 2H_2O$

مهدي الحسناوي

الخلايا الكهروكيميائية :-

تتكون الخلية الكهروكيميائية عادة من قطبين يسمى احداهما القطب الموجب او الانود اما القطب الثاني فهو القطب السالب ويدعى بالكاثود ويكون كلا القطبين مغمورين في محلول الكتروليتي تشترك مكوناته في تفاعلات الاكسدة والاختزال التي تجري على سطحي القطبين .

تقسم الخلايا الكهروكيميائية الى :-

1) الخلايا الكلفانية (الفولتائية)
2) خلايا التحلل الكهربائي.

الخلايا الكلفانية :- هي تلك الخلايا التي تتحول فيها الطاقة الكيميائية الى طاقة كهربائية من خلال تفاعل كيميائي يجري تلقائياً لتوليد تيار كهربائي وتسمى مثل هذه الخلايا بالخلايا الكلفانية او الفولتائية

خلية دانيال :- خلية كلفانية فولتائية تتكون من قطب الانود (لوح من الخارصين مغمور في محلول كبريتات الخارصين) وقطب الكاثود (لوح من النحاس مغمور في محلول كبريتات النحاس) .

تكتب خلية دانيال $E^\circ_{anode} = 0.76\ V$ انود $Zn \longrightarrow Zn^{2+} + 2e^-$

$E^\circ_{cathod} = 0.34\ V$ كاثود $Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu$

$$E^\circ_{cell} = E^\circ_{cathod} + E^\circ_{anode}$$

خلية دانيال $E^\circ = 0.76 + 0.34 = 1.1V$

يربط قطبا الانود والكاثود في خلية دانيال بسلك موصل ينقل الالكترونات فيما يربط محلولي القطبين بجسر ملحي يساعد على انتقال الايونات بين محلولي القطبين .

الجسر الملحي :- انبوب زجاجي على شكل حرف U مقلوب يحتوي على محلول الكتروليتي خامل لايتغير كيميائياً خلال العملية يثبت بداخل الانبوب بمادة الاكار ويملئ الجسر الملحي بمركبات منها

K_2SO_4 * KNO_3 * KCL

اهمية الجسر الملحي

1) يساعد على انتقال الايونات بين المحلولين واعادة موازنة المحلولين .
2) يساعد على اكمال الدائرة الكهربائية .

الأكار :- مادة صمغية يحصل عليها من الطبيعة ولها استخدامات متعددة حيث تصبح سائلة عند تسخينها وتتصلب في درجة حرارة الغرفة وتستخدم في تثبيت المادة في الجسر الملحي .

قياس جهود الاقطاب

القطب :- هو لوح مغمور في محلول ايوناته او في حالة تماس معها .

جهد القطب :- فرق الجهد الحاصل بين لوح العنصر ومحلول ايوناته .

جهد التأكسد :- مقدار ميل المادة نحو فقدان الالكترونات .

جهد الاختزال :- مقدار ميل المادة نحو اكتساب الالكترونات .

العوامل المؤثرة على جهد الخلية

1) طبيعة الاقطاب او الايونات
2) تراكيز الايونات
3) درجة الحرارة

جهد الخلية :- اكبر قيمة لفرق الجهد الكهربائي بين القطبين في الخلية الكلفانية . ويرمز له (E_{cell}) وهو مقياس للقوة الدافعة الكهربائية للتفاعل الحاصل في الخلية .

يحسب جهد الخلية القياسي من العلاقة

$$E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{anode} + E^{\circ}_{cathod}$$

"ملاحظة" / جهد الخلية القياسي يقاس عند ظروف قياسية ($25C^{\circ}$) وضغط (1 atm) والتراكيز المولارية للايونات في محاليل الاقطاب (1 M) .

قطب الهيدروجين القياسي (S H E)

هو قطب مكون من غاز H_2 تحت ضغط (1 atm) وبأتصال مباشر مع محلول ايون الهيدروجين بتركيز (1 M) ودرجة حرارة ($25\ C^{\circ}$) وتم اعتباره مساوياً للصفر ويستخدم في حساب جهود الاقطاب الاخرى .

علل // تم اختيار قطب الهيدروجين كقطب مرجع ؟

الجواب // لأن عنصر نشاطه الكيميائي متوسط بين العناصر فيمكن استخدامه كقطب انود او كاثود .

علل / استخدام عنصر البلاتين في صناعة الاقطاب الغازية ؟

الجواب // لأنه مادة خاملة لاتعاني تأكسد او اختزال تحت الظروف الاعتبارية .

س // ما اهمية استخدام البلاتين في صناعة قطب الهيدروجين ؟

الجواب // 1) لتوفير سطح للقطب يمكن تفكك جزيئات الهيدروجين عليه .
2)توفير وسيلة لحدوث توصيل كهربائي مع الدائرة الكهربائية .

علل // لايمكن حساب جهد قطب لوحده ؟

الجواب // لانه تحصل عملية التأكسد دون حصول عملية الاختزال اي ان عملية التأكسد لقطب والاختزال لقطب اخر متلازمتان

علل//عند ضرب طرفي معادلات الاقطاب بعدد معين فأن قيمة جهد القطب القياسي تبقى ثابتة لاتتغير

الجواب //لان الجهد من الخواص المركزة التي لايعتمد على كمية المادة المشتركة في التفاعل وانما يعتمد فقط على التركيز المولاري لايونات المحلول في القطب .

مهدي الحسناوي

ملاحظات تساعدنا على حساب جهود الاقطاب والخلايا

1) جهد قطب الهيدروجين القياسي = صفر
2) جهد تأكسد اي قطب يساوي عكس جهد اختزاله

مثال :

جهد اختزال Cu^{2+} يساوي 0.34 V

∴ جهد تأكسده يساوي 0.34 V -

3) ان مضاعفة او تنصيف معادلة الانود او الكاثود لاتؤثر على جهود الاقطاب .
4) اذا كانت لديك قطبين لهما جهود اختزال فنأخذ اعلى جهد اختزال ونعتبره كاثود ونقلب جهد الاختزال الثاني ونعتبره أنود .
5) العمليات الذي تحدث عند الأنود (تأكسد , اذابة , تأكل , تحرر الغازات مثل (Br_2 * CL_2)
6) العمليات الذي تحدث عند الكاثود (اختزال , ترسيب , طلاء , تحرر غاز H_2 فقط)
7) اذا كان جهد الخلية = + فالتفاعل تلقائي - = ΔG
8) اذا كان جهد الخلية = - فالتفاعل غير تلقائي + = ΔG
9) يمكن تحويل التفاعل الغير تلقائي الى تفاعل تلقائي بعكس الاقطاب .
10) اذا كان التفاعل تلقائي فهذا يعني (يحصل اذابة , يحصل تأكسد , يحصل اختزال , يحصل تحرر , يحصل ترسيب ....)
11) اذا كان التفاعل غير تلقائي فهذا يعني انه لايحصل اذابة , لايحصل تأكسد , لايحصل اختزال , لايحصل تحرر.........)

تمرين 11// اذا علمت ان التفاعل التالي يحدث بصورة تلقائية في الخلية الكلفانية الموضحة في الشكل ادناه :

$$Cu_{(S)} + 2Ag^{+}_{(aq)} \longrightarrow Cu^{+2}_{(aq)} + 2Ag_{(s)}$$

أ- اكتب تفاعلات نصفي الخلية

ب- وضح اتجاه سريان الالكترونات عبر السلك الخارجي و اتجاه حركة الايونات عبر الجسر الملحي المملوء بمحلول KNO_3

الحل //

أ- نصف تفاعل التأكسد / الانود $\quad Cu_{(S)} \longrightarrow Cu^{+2}_{(aq)} + 2e^-$

نصف تفاعل الاختزال / الكاثود $\quad 2Ag^{+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow 2Ag_{(s)}$

ب- تسري الالكترونات عبر السلك الخارجي منطلقة من الانود (قطب النحاس) باتجاه الكاثود (قطب الفضة) . بينما تتحرك الايونات الموجبة K^+ عبر الجسر الملحي باتجاه القطب السالب الكاثود و الايونات السالبة (NO_3^-) باتجاه القطب الموجب الانود

مهدي الحسناوي

تمرين 12 // للخلية الموضحة في الشكل ادناه المكونة من قطب الهيدروجين كأنود و قطب النحاس ككاثود احسب الجهد القياسي لقطب النحاس اذا علمت ان جهد الخلية القياسي الذي تمت قراءته في مقياس الجهد يساوي +0.337 V .

الحل //

انود $H_2 \longrightarrow 2H^+ + 2e^-$ $\quad E^\circ_{OX} = 0.0\ V$

كاثود $Cu^{+2} + 2e^- \longrightarrow Cu$ $\quad E^\circ_{Red} = ?$

$$H_2 + Cu^{+2} \longrightarrow 2H^+ + Cu$$

$$E^\circ_{Cell} = E^\circ_{OX} + E^\circ_{Red}$$

$$0.337 = 0 + E^\circ_{Red}$$

$$E^\circ_{Red} = 0.337\ V = E^\circ_{Cu}$$

- -

تمرين (13 – 4) احسب جهد الخلية القياسي لخلية تم عملها من قطب الكادميوم (Cd) المغمور في محلول (1 M) من نترات الكادميوم وقطب الكروم Cr مغمور في (1 M) نترات الكروم اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية

$E^\circ Cr^{2+} / Cr = -0.74\ V$. $E^\circ Cd^{+2} / Cd = -0.40\ V$

الحل //

نأخذ أعلى جهد اختزال (كاثود) $\quad E^\circ Cd^{2+} / Cd = -0.40\ Cd$

ونأخذ اقل جهد اختزال نقلبه ونجعله (انود) $\quad E^\circ Cr^{2+} / Cr = -0.74$

انود $Cr \longrightarrow Cr^{2+} + 2e^-$ $\quad E^\circ_{anod} = +0.74\ V$

كاثود $Cd^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cd$ $\quad E^\circ_{cathod} = -0.40\ V$

$$Cr + Cd^{2+} \longrightarrow Cr^{2+} + Cd$$

$$E^\circ_{cell} = E^\circ_{anod} + E^\circ_{cathod}$$

$$E^\circ_{cell} = 0.74 + (-0.40)$$

$$E^\circ_{cell} = +0.34\ V$$

مهدي الحسناوي
رحلة التفوق
عطاء بلا حدود
A.M.Z

تمرين (14 – 4) هل يمكن حدوث كل من تفاعلات التأكسد والاختزال الممثلة بالمعادلات التالية تحت الضروف القياسية بشكل تلقائي اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية

$E^\circ Ni^{2+} / Ni = -0.25\ V$. $E^\circ CO^{2+} / CO = -0.28\ V$

$E^\circ Au^{3+} / Au = +1.50\ V$. $E^\circ Fe^{2+} / Fe = -0.44\ V$

$$Ni_{(s)} + CO^{2+}_{(aq)} \longrightarrow Ni^{2+}_{(aq)} + Co_{(s)}$$

فقدان (أنود)

اكتساب (كاثود)

$$3Fe_{(s)} + 2Au^{3+}_{(aq)} \longrightarrow 3Fe^{2+}_{(aq)} + 2Au_{(s)}$$

فقدان (أنود)

اكتساب (كاثود)

انود $Ni \longrightarrow Ni^{2+} + 2e^-$ $E^\circ_{anod} = +0.25\ V$

كاثود $Co^{2+} + 2e^- \longrightarrow Co$ $E^\circ_{cathod} = -0.28\ V$

$$Ni + Co^{2+} \longrightarrow Ni^{2+} + Co$$

$E^\circ_{cell} = E^\circ_{anod} + E^\circ_{cathod}$

$E^\circ_{cell} = 0.25 + -0.28 = -0.63\ V$

∴ التفاعل الاول غير تلقائي

انود $3 \times Fe \longrightarrow Fe^{2+} + 2e^-$ $E^\circ = {}^{+}0.44\ V$

كاثود $2 \times Au^{3+} + 3e^- \longrightarrow Au$ $E^\circ = +1.50\ V$

$3Fe \longrightarrow 3Fe^{2+} + 6e^-$ $E^\circ = +0.44\ V$

$2Au^{3+} + 6e^- \longrightarrow 2Au$ $E^\circ = +1.50\ V$

$$3Fe + 2Au^{3+} \longrightarrow 3Fe^{2+} + 2Au$$

$E^\circ_{cell} = E_{anod} + E^\circ_{cathod}$

$E^\circ = 0.44 + 1.50$

$= 1.94\ V$ ⇨ ∴ التفاعل تلقائي

انواع الاقطاب

1) القطب الفلزي :- يتكون من غمر لوح من الفلز في محلول ايونات ذلك الفلز . مثل غمر لوح من الخارصين في محلول كبريتات الخارصين.

القطب الغازي :- يتكون من ضخ غاز خلال انبوبة زجاجية بضغط معين داخل محلول يحتوي على ايونات ذلك الغاز

2) اقطاب التأكسد والاختزال (القطب الايوني) :-

تتكون من غمر سلك من البلاتين او عمود من الكرافيت في محلول يحتوي على ايونات عنصر له حالتي تأكسد مختلفتين . مثل وجود (F^{+2} . F^{+3}) في نفس المحلول .

التعبير عن الخلية الكلفانية كتابةً

1) الاقطاب الفلزية

انود		كاثود	
رمز العنصر	رمز الايون التركيز المولاري ‖	رمز الايون التركيز المولاري	رمز العنصر
Zn	Zn^{2+} IM ‖	Cu^{2+} IM	Cu

~~~~~~

2) الاقطاب الغازية

	انود		كاثود		
Pt	الغاز (الضغط)	ايون الغاز (M) التركيز ‖	ايون الغاز (M) التركيز	الغاز (الضغط)	Pt
Pt	H_2 (1 atm)	H^+ (IM) ‖	CL^- (IM)	CL_2 (1 atm)	Pt

~~~~~~

3) الاقطاب الايونية

	انود			كاثود		
Pt	رمز الايون الاصغر (M)	. و	رمز الايون الاكبر (M) ‖	رمز الايون الاكبر (M)	. و	رمز الايون الاصغر (M)	Pt
Pt	Fe^{2+} (IM)	. و	Fe^{3+} (IM) ‖	Sn^{4+} (IM)	. و	Sn^{2+} (IM)	Pt

تمرين (15 – 4) التفاعل العام لخلية كلفانية هو الاتي

$$2CL^- + 2Ag^+_{(aq)} \longrightarrow CL_{2(g)} + 2Ag_{(s)}$$

عبر عن الخلية كتابةً عند الظروف القياسية ثم بين تفاعلي التأكسد والاختزال .

الحل //

$$2CL^- + 2Ag^+ \longrightarrow CL_2 + 2Ag$$

فقدان (انود)

اكتساب (كاثود)

انود $2CL^- \longrightarrow CL_2 + 2e^-$ $E°_{anod}$

كاثود $2Ag^+ + 2e^- \longrightarrow Ag$ $E°_{cathod}$

التعبير عن خلية

	انود		كاثود	
Pt	CL_2 1 atm	CL^- IM ‖	Ag^+ IM	Ag

تمرين (16 – 4) هل بأمكان محلول HCL اذابة فلز الفضة الموجود في محلول يحتوي على ايون الفضة Ag^+ بتركيز (IM) للخلية التالية , علماً ان جهد الاختزال القياسي للفضة

$$E^\circ Ag^+ / Ag = +0.8\ V$$

$$Ag \mid \underset{(IM)}{Ag^+} \parallel \underset{(IM)}{H^+} \mid \underset{(1\ atm)}{H_2} \mid Pt$$

الحل :-

انود $2Ag \longrightarrow 2Ag^+ + 2e^-$ $\qquad E^\circ_{anod} = -0.80\ V$

كاثود $2H^+ + 2e \longrightarrow H_2$ $\qquad E^\circ_{cathod} = 0.0\ V$

$$2Ag + 2H^+ \longrightarrow 2Ag^+ + H_2$$

$$E^\circ_{cell} = E^\circ_{anod} + E^\circ_{cathod}$$

$$E^\circ_{cell} = -0.80 + 0.0$$

$$E^\circ_{cell} = -0.80\ V$$

∴ التفاعل غير تلقائي لذا لايحصل اذابة لفلز الفضة.

س1 / التفاعل التالي

$$Mg + 2HCL \longrightarrow MgCL_2 + H_2$$

اكتب تفاعل الاكسدة والاختزال وبين هل يحدث التفاعل المذكور تلقائياً ثم عبر عن الخلية كتابةً علماً ان جهد الاختزال القياسي $Mg^{2+} / Mg = -2.37\ V$ (تلقائي)

س2 / هل يستطيع قطب النيكل في ظروف قياسية ترسيب ايونات النحاس في محلولها الذي تركيزه (IM) علماً ان جهود الاختزال القياسية

$Ni^{2+} / Ni = -0.25\ V$

$Cu^{2+} / Cu = +0.34\ V$

ج // نعم (ممكن ترسيب النحاس)

س3 / هل بأمكان قطب الخارصين القياسي تحرير غاز H_2 في محلول يحتوي على ايونات الهيدروجين بتركيز (IM) علماً ان جهد اختزال $Zn^{2+} / Zn = -0.76\ V$

ج / يمكن للخارصين تحرير الهيدروجين

مثال (9 – 4)

أكتب تفاعلات نصفي خلية دانيال و تفاعلها العام و أحسب جهد الخلية القياسي اذا علمت أن جهود الاختزال القياسي $E^\circ_{cu^{2+} / cu} = +0.34\ V$, $E^\circ_{zn^{2+} / zn} = -0.76\ V$

مثال (10 – 4)

عبر عن الخلية الموضح شكلها في الرسم كتابةً ثم أكتب تفاعلات نصفي الخلية و تفاعلها العام

مهدي الحسناوي

العلاقات بين جهد الخلية E_{cell}

وطاقة كبس الحرة ΔG و ثابت الاتزان Keq

علاقات مهمة

1) $\Delta G = -nFE_{cell}$

2) $\Delta G^\circ = -nFE^\circ_{cell}$

حيث ΔG الطاقة الحرة ΔG° والطاقة الحرة القياسية

E جهد الخلية E° جهد الخلية القياسي

n (عدد الاكترونات)   F ثابت فرداي 96500

3) $\Delta G^\circ = -RT\ LnKeq$

4) $E^\circ = \frac{RT}{nF} LnKeq$

5) عند درجة $25C^\circ$ نستخدم $E^\circ = \frac{0.026}{n} LnKeq$

تمرين (17 – 4)احسب التغير في طاقة كبس الحرة القياسية لتفاعل الخلية القياسي الاتية عند درجة حرارة ($25C^\circ$)

$3Hg_2^{2+} + 2Cr \longrightarrow 6Hg + 2Cr^{3+}$

اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية

$E^\circ Hg^+ / Hg = + 0.85\ V$

$E^\circ_{Cr^{3+}} / Cr = -0.74V$

الحل :-

$E_{anod} = 0.74$

$E_{cathod} = 0.85$

$2Cr \longrightarrow 2Cr^{3+} + 6e^-$

$3Hg_2^{2+} + 6e^- \longrightarrow 6Hg$

$2Cr + 3Hg^{2+} \longrightarrow 2Cr^{3+} + 6Hg$

$E^\circ_{cell} = E^\circ_{anod} + E^\circ_{cathod}$

$E^\circ_{cell} = 0.74 + 0.85$

$E^\circ_{cell} = {}^+1.59\ V$

$\Delta G^\circ = -nFE^\circ$

$\Delta G^\circ = - 6 \times 96500 \times 1.59 \quad = - 920610\ \ J/mol$

وزاري

2013

تمرين (4 – 18) لتفاعل الخلية القياسي التالي عند درجة حرارة $25C^{\circ}$

$2Fe^{3+} + 2I^{-} \longrightarrow 2Fe^{2+} + I_2$

اذا علمت ان جهود الاختزال القياسي $E^{\circ}Fe^{3+} / Fe^{2+} = {}^{+}0.77$ $E^{\circ}I_2 / I^{-} = {}^{+}0.53\ V$

احسب :-

1) جهد الخلية القياسية . 2) طاقة كبس الحرة القياسية . 3) ثابت الاتزان .

الحل :- $E_{anod} = -0.54$ $2I^{-} \longrightarrow I^{2} + 2e^{-}$

$E_{cathod} = 0.77\ V$ $2Fe^{3+} + 2e \longrightarrow 2Fe^{2+}$

$2I^{-} + 2Fe^{3+} \longrightarrow I_2 + 2Fe^{2+}$

$E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{anod} + E^{\circ}_{cathod}$

$E^{\circ}_{cell} = -0.54 + 0.77$

$E^{\circ}_{cell} = +0.23\ V$

$\Delta G^{\circ} = -nFE$

$\Delta G^{\circ} = -2 \times 96500 \times 0.23$

$\Delta G^{\circ} = -44390\ J / mol$

$E^{\circ}_{cell} = \frac{0.026}{n}\ LnKeq$

$0.23 = \frac{0.026}{2}\ LnKeq$

$17.6 = LnKeq \Longrightarrow Keq = 1 \times 10^{-7}$

وزاري
2015
دور ثالث

س1 // احسب جهد الخلية القياسي والطاقة الحرة القياسية للخلية عند $25C^{\circ}$

التفاعل $Sn + 2Ag^{+1} \longrightarrow Sn^{+2} + 2Ag$

واجب

علماً ان جهود الاختزال القياسية

$Sn^{+2} / Sn = -0.14$ $Ag^{1+} / Ag = +0.80\ V$

س2 // احسب التغير في الطاقة الحرة القياسية للخلية التي تفاعلها :

$Co + 2Ag^{+} \longrightarrow Co^{2+} + 2Ag$

واجب

علما ان جهود الاختزال القياسي لـ

$Ag^{+} / Ag = {}^{+}0.8$ * $Co^{2+} / Co = -0.28$

س3 // خلية فولتائية تفاعلها العام في درجة $25C^{\circ}$ $Ni + 2H^{+} \longrightarrow Ni^{2+} + H_2$

واجب

وجد ان جهدها يساوي (0.25 V) . احسب التغير في الطاقة الحرة.

مثال (4 – 11)

واجب

خلية كلفانية قياسية تفاعلها العام $2Ag^{+} + Pb \longrightarrow 2Ag + Pb^{+2}$

أحسب قيمة ΔG° و ثابت الأتزان K_{eq} عند درجة حرارة $25\ C^{\circ}$ علماً أن جهود الأختزال القياسية

$E^{\circ}_{Ag^{+}} / _{Ag} = +0.80\ V$, $E^{\circ}_{pb^{2+}} / ^{pb} = -0.13\ V$

معادلة نيرنست

هي العلاقة التي تربط جهد الخلية الغير قياسي (E_{cell}) مع جهد الخلية القياسي (E°_{cell}) عندما تكون جميع المواد المشاركة ذات تركيز لايساوي الواحد الصحيح وفي درجات حرارة مختلفة .

معادلة نيرنست

$$E_{cell} = E^\circ_{cell} - \frac{RT}{nF} LnQ$$

معادلة نيرنست عند $25C^\circ$

$$E_{cell} = E^\circ_{cell} - \frac{0.026}{n} LnQ$$

تمرين (19 – 4) بأستخدام الخلية الكلفانية الموضحة في الشكل ادناه. (الرسم ص 178) في تجربة وجد ان (E_{cell}) للخلية تساوي 0.45 V عند $25C^\circ$. افترض ان $[Zn^{2+}] = 0.1M$ وضغط غاز الهيدروجين (1 atm) احسب التركيز المولاري لايونات H^+ . اذا علمت ان

$E^\circ Zn^{2+} / Zn = - 0.76\ V$

الحل :-

$E^\circ_{anode} = 0.76$ انود $Zn \longrightarrow Zn^{2+} + 2e^-$

$E^\circ_{cathod} = 0.0$ كاثود $2H^+ + 2e \longrightarrow H_2$

$$Zn + 2H^+ \longrightarrow Zn^{2+} + H_2$$

$$E^\circ_{cell} = E^\circ_{anod} + E^\circ_{cathod}$$

$$E^\circ_{cell} = 0.76 + 0.0 = 0.76\ V$$

$$E_{cell} = E_{cell} - \frac{0.026\ V}{n} Ln \frac{[Zn^{2+}]}{[H^+]2}$$

$$0.45 = 0.76 - \frac{0.026}{2} Ln \frac{0.1}{[H^+]2}$$

$$\therefore\ 0.45 - 0.76 = -0.013\ Ln \frac{0.1}{[H^+]2}$$

$$-0.31 = -0.013\ Ln \frac{0.1}{[H^+]2}$$

$$\frac{0.13}{0.013} = Ln \frac{0.1}{[H^+]2}$$

$$23.8 = Ln \frac{0.1}{[H^+]} \Longrightarrow [H^+] = 0.1\ M$$

وزاري
2015
تمهيدي

رحلة التفوق
عطاءٌ بلا حدود
A. M. Z

تمرين (4 – 20) احسب ΔG . E_{cell} . E°_{cell} للخلية الاتية

$$Mg \mid Mg^{+2}\ (0.05\ M) \parallel Sn^{+2}\ (0.04\ M) \mid Sn$$

اذا علمت أن جهود الأختزال القياسية

$Mg^{+2} \mid Mg = -\ 2.37\ V$ 　　 $Sn^{+2} \mid Sn = -\ 0.14\ V$

الحل //

أنود $Mg \longrightarrow Mg^{+2} + 2e^{-}$ 　 $E_{anode} = +2.37\ V$

كاثود $Sn + 2e^{-} \longrightarrow Sn$ 　 $E_{Cathod} = -\ 0.14\ V$

$$Mg + Sn^{2+} \longrightarrow Mg^{2+} + Sn$$

$$E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{anode} + E^{\circ}_{cathod}$$

$$E^{\circ}_{cell} = +\ 2.37 + (-0.14) = 2.23\ V$$

$$E_{cell} = E^{\circ}_{cell} - \frac{0.026}{n} Ln \frac{[Mg^{2+}]}{[Sn^{2+}]}$$

$$E_{cell} = 2.23 - \frac{0.026}{2}\ Ln \frac{0.05}{0.04}$$

$$E_{cell} = 2.227\ V$$

$$\Delta G = -nFE_{cell}$$

$$\Delta G = -2 \times 96500 \times 2.227$$

$$= -424600\ J / mol$$

س1 / خلية فولتائية تفاعلها في $25^{\circ}C$

$Cu^{2+} + Mg \longrightarrow Cu + Mg^{2+}$ احسب ΔG لها ثم عبر عن الخلية كتابة علماً ان

0.001M 　　 0.01M

واجب

جهود الاختزال القياسية

$Cu^{2+} / Cu = 0.34\ V$ 　 * 　 $Mg^{2+} / Mg = -\ 2.37\ V$

ج/ (-511604.4)

- -

مثال (4 – 12)

وزاري

2013 خارج العراق

أحسب جهد الخلية E_{cell} عند درجة الحرارة $25C^{\circ}$ للخلية التي تفاعلها العام

$$2Ag^{+} + Cu \longrightarrow 2Ag + Cu^{2+}$$

اذا علمت ان تراكيز الايونات 　 $[Cu^{2+}] = 0.01\ M$

واجب

$[Ag^{+}] = 0.01\ M$ 　 وجهود الاختزال القياسية

$E^{\circ}_{Ag^{+}/Ag} = +0.80\ V$ 　 و 　 $E^{\circ}_{Cu^{2+}/Cu} = +0.34\ V$

مهدي الحسناوي

الخلايا الالكتروليتة

هي خلايا مستهلكة للتيار الكهربائي وفيها تتحول الطاقة الكهربائية الى طاقة كيميائية وتجري تفاعلاتها بشكل غير تلقائي ولها تطبيقات مهمة في الصناعة تستخدم خلايا التحليل الكهربائي في تنقية الفلزات وفي عملية الطلاء الكهربائي

س / ما المقصود بالطلاء الكهربائي ؟ وما اهميته ؟

الجواب /

الطلاء الكهربائي :- هي طريقة يستخدم بها التحليل الكهربائي لطلاء فلز معين بطبقة رقيقة من فلز اخر .

اهميته /

1) لحماية المعادن من الصدأ والتأكل
2) اكتساب المعادن مظهر مرغوب وجميل

س/ علام تعتمد جودة الطلاء الكهربائي ؟

2014	2013
دور ثاني	تمهيدي

وزاري

1) ان تكون شدة التيار المستخدم ضعيفة
2) ان يكون تركيز ايونات الغاز المراد الطلاء به قليل .

س / مم تتركب حلية الطلاء الكهربائي ؟

2015
دور ثالث

وزاري

1) قطب انود وهو المادة المراد الطلاء بها
2) قطب كاثود وهو المادة المراد طلائها
3) محلول حلية يحتوي على ايونات الفلز المراد الطلاء بها

س/ ما هي الشروط او المواصفات الواجب توفرها بالتغطية الفلزية المطبقة على السطوح في الطرف الكهروكيميائية

الحل // **اولاً // التصاق طبقة الطلاء :-** لكي تكون طبقة الطلاء ملتصقة و متماسكة على سطح الفلز يجب ان يكون السطح متحرراً من أي طبقة فاصلة او عازلة كالشحوم و نواتج التأكل و يتم ذلك بعدة طرق .

1) **التنظيف الكيميائي :-** هي عملية تحليل السطوح بالأحماض المعدنية الساخنة و يسبق التضليل إزالة الشحوم بواسطة مذيب عضوي مثل CCl_4 او ثنائي كلوريد الايثان $C_2H_4Cl_2$

2) **التنظيف الميكانيكي :-** و ذلك بتنظيف السطوح بمجموعة متدرجة من أوراق الصنخرة لغرض تنظيفه بشكل كامل . **لكن هذه الطريقة تمتاز ببعض العيوب اهما :-**

أ- حدوث تشوهات في سطح الفلز

ب- تتداخل بعض حبيبات أوراق الصنفرة مع جسم الفلز و تمتع تماسك طبقة الطلاء

ثانياً // تماسك طبقة الطلاء :- يجب ان تكون طبقة الطلاء متماسكة بعضها مع بعض لكي تكون جيدة

و يعتمد تماسك حبيبات الطلاء على عدة أمور منها :-

أ- تركيز الالكتروليت :- يجب ان يكون التركيز قليل لأنه يعتبر الوسط الذي يوفر الايونات الناقلة .

ب- كثافة التيار :- يجب ان تكون شدة التيار ضعيفة لأنه عند زيادة شدة التيار يتفكك الطلاء .

ج- درجة الحرارة :- يجب ان تكون درجة الحرارة مناسبة لأن زيادة الحرارة تؤدي الى تفكك الطلاء

د- استخدام مواد عضوية غروية :- تساعد المواد الغروية في تقوية و تحسين تماسك الطلاء مثل الغراء و الجلاتين

علل // تستهلك المواد الغروية اثناء عملية الطلاء ؟

ج// بسبب اوزانها الجزئية العالية و التي بدورها يكون لها ميل للاستقرار في السطوح الفاصلة مما يساعد في ملئ الاسطح و جعلها متساوية و يعود لها السبب بكونها تعطي طبقة طلاء ناعمة .

قوانين فراداي

القانون الاول :- تتناسب كتلة اي مادة تترسب على الكاثود او تذوب من الانود او تتحرر كغازات عند هذه الاقطاب مع كمية الكهربائية التي تمر خلال الخلية الكهربائية .

القانون الثاني :- تتناسب كتل المواد المختلفة التي تترسب على الكاثود او تذوب من الانود او تحرر كغازات عند هذه الاقطاب بأستخدام نفس الكمية من الكهربائية مع الكتل المكافئة للمواد المختلفة .

---

1) $Q\ (Mol\ .\ e^-) = \frac{I * t}{96500}$ $Q\ (c) = I * t$

عدد الكولومات

حيث I شدة التيار وحداته (A) .

t الزمن وحداته (S) .

* يجب تحويل الزمن الى الثانية

الدقيقة = 60 s

الساعة = 3600 s

2) $Q\ (Mol\ .\ e^-) = n\ .\ e^-$

عدد المولات

عدد الألكترونات المفقودة أو المكتسب من المعادلة أو تكافؤ العنصر

$n = M\ .\ V$

$n = \frac{m \text{ الكتلة}}{M \text{ الكتلة المولية}}$

$n = \frac{\text{عدد الذرات}}{\text{عدد افوكادرو}}$

$n = \frac{\text{عدد الجزيئات}}{\text{عدد افوكادرو}}$

$n = \frac{\text{حجم الغاز}\ (L)}{22.4\ (\text{عدد المول})}$ عند STP

$n = \frac{p\ v}{R\ T}$

3) $Q\ (\ |Mol\ .\ e^-) = \frac{\text{عدد الألكترونات المارة}}{\text{عدد افوكادرو}}$

عدد أفوكادرو $N_A = 6.023 * 10^{23}$

مهدي الحسناوي

تمرين (21 – 4) ما شدة التيار اللازم امراره في محلول كلوريد الذهب $AuCl_3$ لمدة 200S ليرسب (3g) من الذهب عند الكاثود ؟ (الكتلة الذرية للذهب 197)

الحل :-

وزاري

2015 دور ثاني
2013 دور ثالث

نجد اولاً المولات

$n = \frac{m}{M}$

$n = \frac{3}{197} = 0.015$ Mol

تكتب معادلة الذهب على الكاثود

$Au^{3+} + 3e^- \longrightarrow Au$

من المعادلة كل $3Mol\ e^-$ يرسب مول واحد من Au

$\therefore Q\ (MoL\ e^-) = n \times e^-$

$Q\ (MoL\ e^-) = 0.015 \times 3 = 0.045\ MoL\ e^-$

$Q = \frac{I \times t}{96500}$

$0.045 = \frac{I \times 200}{96500}$

$\therefore I = 21.7\ A$

تمرين (22 – 4) محلول من كبريتات النحاس $CuSo_4$ تركيزه 0.2M وحجمه 600 Ml امرر فيه تيار كهربائي شدته 96.5 A, احسب الزمن اللازم لكي يتبقى 0.03 MoL من ايون النحاس .

الحل :-

$n = M \cdot V$

$n = 0.2 \times \frac{600}{1000} = 0.12$ MOL

عدد المولات المستهلكة = عدد المولات الكلية – عدد المولات المتبقية

$n\ (MOL) = 0.12 - 0.03 = 0.09$ MOL

المحلول يحتوي ايونات النحاس (Cu^{+2} - So_4^{-2}) لذا تعاني اختزال

$Cu^{+2} + 2e \longrightarrow Cu$

من المعادلة كل $2MOL\ .\ e^-$ ترسب 1Mol من Cu

وزاري

2013

$Q = n \times e^-$

$Q = 0.09 \times 2 = 0.18\ MoL\ .\ e^-$

$Q = \frac{I \times t}{96500}$

$0.18 = \frac{96.5 \times t}{96500}$

$t = 180$ S

وزاري 2015 تمهيدي

واجب

مثال (13 – 4)

لتفاعل نصف الخلية الاتي : $Mg^{2+} + 2e \longrightarrow Mg$

احسب عدد غرامات المغنسيوم التي يمكن انتاجها من فلز المغنسيوم عند امرار تيار شدته (25 A) لفترة ساعة (1hr) علماً ان الكتلة الذرية للمغنسيوم تساوي 24 ؟ ماهي عدد ذرات المغنسيوم المترسبة عند الكاثود تحت نفس الظروف .

تمرين (23 – 4) احد التفاعلات النصفية للتحليل الكهربائي للماء هو :

$$2H_2O_{(l)} \longrightarrow O_{2(g)} + 4H^+_{(aq)} + 4e^-$$

فاذا تم جمع 0.08 L من O_2 عند 25C° و ضغط 755mm.Hg فأحسب عدد مولات الالكترونات التي يجب تمريرها في المحلول (معلومة : 1atm = 760 mm.Hg)

الحل :

$$2H_2O \longrightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-$$

$$P = \frac{755}{760} = 0.99 \text{ atm}$$

$$PV = nRT$$

$$n = \frac{PV}{RT}$$

$$= \frac{0.99 * 0.082}{0.082 * 298} = 0.003 \text{ mol}$$

$$Q = n * e^-$$

$$= 0.003 * 4e^- = 0.012 \text{ mol} . e^-$$

معلومة (عدد مولات الالكترونات تعني فراداي Q)

البطاريات (النضائد) وخلايا الوقود

البطارية :- تجمع من عدد من الخلايا الكلفانية ترتبط على التوالي ويكون جهدها مساواً لمجموع جهود الخلايا المتكونة فيها.

وتصنف الى نوعين :-

1) بطاريات اولية :- وهي البطاريات التي لايمكن اعادة شحنها مثل الخلية الجافة .

2) بطاريات ثانوية :- وهي البطاريات التي يمكن اعادة شحنها مثل الخزن الرصاصية .

1/ بطارية الخزن الرصاصية

الانود هو الرصاص $Pb + SO_4^{-2} \longrightarrow PbSO_4 + 2e^-$

الكاثود هو اوكسيد الرصاص $PbO_2 + 4H^+ + SO_4^{-2} + 2e^- \longrightarrow Pb SO_4 + 2H_2O$

التفاعل العام للخلية هو $Pb + PbO_2 + 2H_2SO_4 \longrightarrow 2PbSO_4 + 2H_2O$

تتكون من مجموعة خلايا رصاصية كلفانية جهد كل منها اكثر بقليل من (2V) يغمر القطبين في محلول حامض H_2SO_4 كثافة تتراوح بين (1.2 g/ml الى 1.3 g/ml) .

وهذه البطارية مجموعة من ثلاث او ست خلايا تعمل كخلية كلفانية جهدها (6 V) او (12 V)

عملها :- عند استمرار عملها تترسب كبريتات الرصاص بشكل مسحوق ابيض على القطبين كما ويستهلك H_2SO_4 بشكل متأين فتزداد كمية الماء .

وبعد ما تنطلق السيارة تنعكس تفاعلات نصفي الخلية نتيجة لفولتية التي يمنحها المولد فيعاد انتاج H_2SO_4 و PbO_2 و Pb حيث يتفكك $PbSO_4$ على القطبين .

خواصها :- 1) تعطي جهد قدره (6 V) او (12 V)

2) يمكن اعادة شحنها

3) تستعمل في تشغيل السيارات والمعدات الكهربائية

2) الخلية الجافة (خارصين – كاربون)

الانود :- وعاء خارصين مملوء بمعجون رطب من MnO_2 وكرافيت و NH_4CL حيث تتأكسد ذرات الخارصين

$$Zn + 2OH^- \longrightarrow Zn(OH)_2 + 2e^-$$

الكاثود :- هو الكاربون حيث تنتقل الالكترونات ويختزل MnO_2 بوجود الماء

$$2MnO_2 + 2H_2O + 2e^- \longrightarrow 2MnO(OH) + 2OH^-$$

التفاعل العام

$$Zn + 2MnO_2 + 2H_2O \longrightarrow Zn(OH)_2 + {}^2MnO(OH)$$

خواصها:-

1) تعطي جهد مقداره (1.48 V)

2) غير قابلة للشحن

3) تستخدم في اجهزة الراديو والحاسوب

مهدي الحسناوي
رحلة التفوق في السادس
عطاءٌ بلا حدود
A .M. Z

بعض الأسئلة الاثرائية

س 1 // املأ الفراغات :- في الخلية الاتية

$Cr \mid Cr^{+3} \mid\mid Sn^{+2} \mid Sn$ في درجة $25\ C^{\circ}$ ΔG لها تساوي (-324529.5 J)

0.1 M 0.1 M فإن جهدها القياسي = ـــــــ علماً ان (Ln 10 = 2.3)

انود $2Cr \longrightarrow 2Cr^{+3} + 6e^-$

كاثود $3Sn^{+2} + 6e^- \longrightarrow 3Sn$

$2Cr + 3Sn^{+2} \longrightarrow 2Cr^{+3} + 3Sn$

$\Delta G = -nFE_{cell}$

$-324529.5 = -6 * 96500\ E_{cell}$

$E_{cell} = \frac{-324529.5}{-5790}$

$= 0.56\ V$

$E_{cell} = E^{\circ}_{cell} - \frac{0.026}{n} \ Ln \frac{[Cr^{+3}]^2}{[Sn^{+2}]^3}$

$0.56 = E^{\circ}_{cell} - \frac{0.026}{6} \ Ln \frac{(0.01)^2}{(0.01)^3}$

$E^{\circ}_{cell} = 0.56 + \frac{0.026}{6} \ Ln \frac{10^{-2}}{10^{-6}}$

$= 0.56 + 0.0043\ Ln\ 10^4$

$= 0.56 + 0.0043 * 4 * Ln\ 10$

$= 0.56 + 0.0043 * 4 * 2.3$

$= 0.56 + 0.0395$

$= 0.5995\ V$

- -

س 2 // اريد من احد الطلبة كتابة تفاعل خلية فولتائية اقطابها كوبلت وكلور فكتبها بالشكل التالي

$Co^{+2} + 2Cl^- \longrightarrow Cl_2 + Co$ هل تعبير الطالب صح ام خطأ .

علماً ان $E^{\circ} = +1.36\ V$ $E^{\circ} = -0.28\ V$ Cl_2/Cl^- Co^{+2}/Co

الحل // من تعبير الطالب الكلور انود والكوبلت كاثود .

$E^{\circ}_{anode} = -1.36\ V$

$E^{\circ}_{cathode} = -0.28\ V$

انود $2Cl^- \longrightarrow Cl_2 + 2e^-$

كاثود $Co^{+2} + 2e^- \longrightarrow Co$

$Co^{+2} + 2Cl^- \longrightarrow Cl_2 + Co$

$E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{anode} + E^{\circ}_{cathode}$

$= -1.36 + (-0.28) = -1.64\ V$

بما انه اشارة E°_{cell} سالبة

∴ التفاعل غير تلقائي

لذلك فإن تعبير الطالب خطأ

والحل صحيح هو الكلور كاثود والكوبلت انود .

مهدي الحسناوي

س 3// احسب جهد اختزال قطب الهيدروجين في الماء النقي في $25\ ^\circ C$ ، وأذا سقطت قطعة من الحديد في الماء هل ان جهد اختزال الحديد اوطأ ام اعلى من جهد اختزال الهيدروجين علماً ان الحديد يحرر الهيدروجين .

الحل // جهد اختزال الهيدروجين $E^\circ_{H^+/H_2} = 0.0\ V$

بما انه الحديد يحرر الهيدروجين

لذلك فإن الهيدروجين كاثود (يتحرر H_2 عند الكاثود)

انود $Fe \longrightarrow Fe^{+2} + 2e^-$ $\qquad E^\circ_{anode}$

كاثود $2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2$ $\qquad E^\circ_{cathode} = 0.0\ V$

$$Fe + 2H^+ \longrightarrow Fe^{+2} + H_2$$

$$E^\circ_{cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{cathode}$$

$$E^\circ_{cell} = E^\circ_{anode}$$

بما انه يحترر غاز H_2

لذلك فإن E°_{cell} موجبة

لذلك فإن جهد تأكسد الحديد موجب

$$E^\circ_{anode} = -\,E^\circ_{cathode}$$

يعني ان جهد اختزال الحديد سالب

لذلك فإن جهد اختزال الحديد اوطأ من جهد اختزال الهيدروجين .

- -

س 4// طلب من احد الطلبة في المختبر حفظ كبريتات النحاس II فقام بحفظها في قنينة مصنوعة من الالمنيوم أكان الطالب موفق في عمله ؟ علماً ان

$E^\circ_{Ca^{+2}/Cu} = 0.34\ V$ $\qquad E^\circ_{Al^{+3}/Al} = -1.66\ V$

الحل // حسب عمل الطالب (الالمنيوم – انود)

انود $2Al \longrightarrow 2Al^{+3} + 6e^-$ $\qquad E^\circ_{anode} = +\,1.66\ V$

كاثود $3Cu^{+2} + 6e^- \longrightarrow 3Cu$ $\qquad E^\circ_{cathode} = +\,0.34\ V$

$$2Al + 3Cu^{+2} \longrightarrow 2Al^{+3} + 3Cu$$

$$E^\circ_{cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{cathode}$$

$$= +\,1.66 + 0.34$$

$$= +\,2.00\ V$$

بما انه اشارة E°_{cell} موجبة

∴ سوف يحدث تفاعل تلقائي بين الالمنيوم وكبريتات النحاس II لذلك كان الطالب غير موفق في عمله

س 5// اذا علمت ان عدد جزيئات غاز H_2 المتحررة عند الكاثود في خلية تحليل الماء كهربائياً تساوي $3.01 * 10^{21}$ جزيئه جد حجم غاز O_2 المتحرر عند الانود .

الحل //

$2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2$

$Q = n . e^-$

$n = \frac{\text{عدد جزيئات } H_2}{NA}$

$= \frac{3.01 * 10^{21}}{6.023 * 10^{23}}$

$= 5 * 10^{-3}$ mol

$Q = 5 * 10^{-3} * 2$

$= 10^{-2}$ mol . e^-

$2H_2O \longrightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-$

$Q = n . e^-$

$10^{-2} = n * 4$

$n = \frac{10^{-2}}{4} = 25 * 10^{-4}$ mol

$n = \frac{\text{حجم غاز } O_2 \text{ في } (STP)}{22.4}$

حجم غاز O_2 = $25 * 10^{-4} * 22.4$

$= 0.056$ L

س 6 // امرر تيار كهربائي يحتوي على ايونات فلز ثلاثي التكافؤ فترسب $\frac{1}{3}$ عدد افكادرو من ذرات الفلز على الكاثود . احسب :

1) عدد مولات الالكترونات   2) كتلة الفلز المترسب (كتلة ذرية = 27)

$Q = n . e^-$

$n = \frac{\text{عدد الذرات}}{NA}$

$= \frac{\frac{1}{3} * NA}{NA}$

$= \frac{1}{3}$ mol

عدد الذرات = $\frac{1}{3} * NA$

$Q = \frac{1}{3} * 3$

$= 1$ mol . e^- ⟵ عدد مولات الالكترونات (فراداي)

فلز ثلاثي التكافؤ لذلك
عدد e^- يساوي 3

$n = \frac{m}{M}$

$\frac{1}{3} = \frac{m}{27}$

$m = \frac{27}{3} = 9$ g

س 7// عند امرار $0.2\ mol\ .\ e^-$ في محلول H_2SO_4 فإن كمية الكهربائية بالكولوم تساوي ———— وتؤدي الى تحرير ———— لتر من H_2 في (STP) .

الحل //

$Q = \frac{\text{كمية الكهربائية بالكولوم}}{96500}$

كمية الكهربائية بالكولوم $= 0.2 * 96500$

$= 19300$ كولوم

$Q = n . e^-$ $\qquad 2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2$

$0.2 = n . 2$

$n = \frac{0.2}{2} = 0.1\ mol$

$n = \frac{\text{حجم } H_2 \text{ في (STP)}}{22.4}$

حجم $H_2 = 0.1 * 22.4$

$= 22.4\ L$

س 8// املأ الفراغات :

عند امرار واحد فراداي في محلول ايونات Al^{+3} فأن وزن الالمنيوم المترسب على الكاثود ———— وعدد الالكترونات المارة ———— (الكتلة الذرية لـ $Al = 27$)

الحل //

$Q = n . e^-$ $\qquad Al^{+3} + 3e^- \longrightarrow Al$

$1 = n * 3$

$n = \frac{1}{3} = 0.34\ mol$

$n = \frac{m}{M}$

$m = 0.34 * 27$

$= 9.18\ g$

$Q = \frac{\text{عدد الالكترونات المارة}}{NA}$

عدد الالكترونات المارة $= 1 * 6.023 * 10^{23}\ e^-$

س 9 // املأ الفراغات :

يستخدم ———— الكترون مول الترسيب ضعف الكتلة الذرية لفلز ثلاثي العدد التأكسدي .

الحل //

من معطيات السؤال $m = 2\,M$

إثرائي

$Q = n \cdot e^-$

$n = \frac{m}{M}$

$= \frac{2M}{M}$

$= 2\ mol$

$Q = 2 * 3$

$= 6\ mol \cdot e^-$

س 10 // محلول نترات الفضة تم تحليله بين قطبين من الفضة ، احسب الزيادة بوزن الكاثود والنقصان بوزن الانود عند امرار ($3 * 10^{22}\ e^-$) مع العلم ان الكتلة المولية للفضة 108 .

الحل //

إثرائي

$Q = \frac{\text{عدد الالكترونات المارة}}{NA}$

$= \frac{3 * 10^{22}}{6.023 * 10^{23}}$

$= 0.5\ mol \cdot e^-$

$Ag^{+1} + 1e^- \longrightarrow Ag$

$Q = n \cdot e^-$

$0.5 = n * 1$

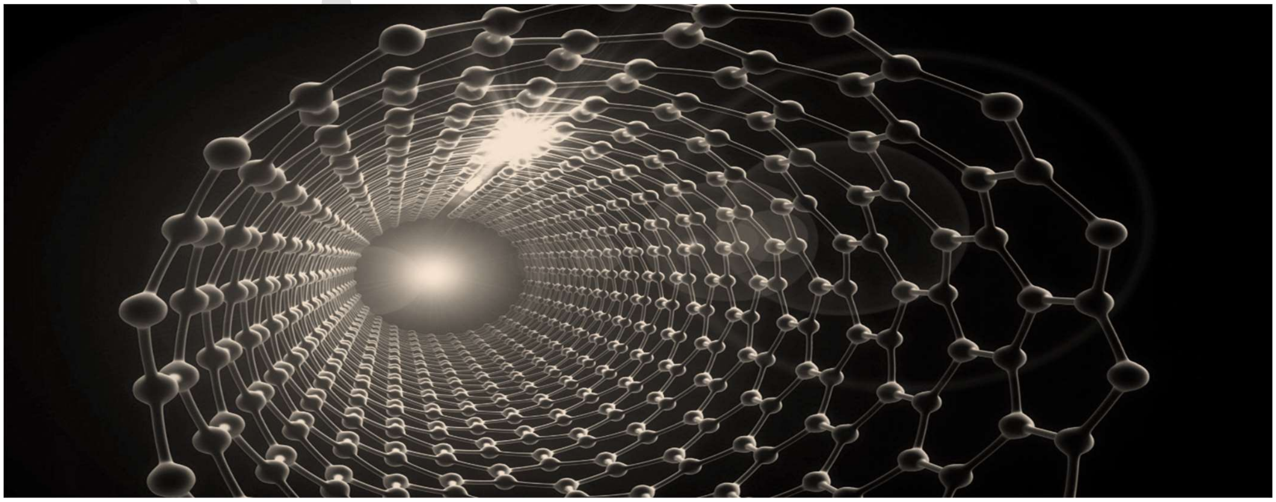
$n = 0.5\ mol$

$n = \frac{m}{M}$

$m = 0.5 * 108$

$= 54\ g$

وتمثل الزيادة في وزن الكاثود والنقصان في وزن الانود .



مهدي الحسناوي

المفاهيم الأساسية

التأكسد Oxidation : عبارة عن تغير كيميائي يصحبه فقدان في الالكترونات من ذرة او مجموعة ذرات ويؤدي لزيادة في اعداد التأكسد .

الأختزال Reducation : عبارة عن تغير كيميائي تكتسب فيه الذرة او مجموعة من الذرات الكترونات يصحابها نقصان في عدد التأكسد للعنصر .

العامل المختزل Reducation Agent : المادة التي تتأكسد و تسبب اختزالاً لمادة أخرى .

العامل المؤكسد Oxidizing Agent : المادة التي تختزل وتسبب تأكسداً لمادة أخرى .

الأنود Anode : هو القطب الذي تجري عنده عملية الأكسدة و الذي يكون مصدراً للألكترونات .

الكاثود Cathode : هو القطب الذي تجري عنده عملية الاختزال و الذي تتحول اليه الالكترونات المنتقلة من الانود .

الخلايا الكهروكيميائية Electrochemical : تتكون الخلية الكهروكيميائية عادة من قطبين يسمى احدهما القطب الموجب او الانود اما القطب الثاني فهو القطب السالب ويدعى بالكاثود ويكون كلا القطبين مغمورين في محلول الكتروليتي تشترك مكوناته في تفاعلات الأكسدة و الاختزال التي تجري على سطحي القطبين .

الخلايا الكلفانية Galvanic cells : هي تلك الخلايا التي تتحول فيها الطاقة الكيميائية الى طاقة كهربائية من خلال تفاعل كيميائي يجري تلقائياً لتوليد تيار كهربائي و تسمى مثل هذه الخلايا بالخلايا الكلفانية او الفولتائية .

الخلايا الالكتروليتية Electrolyte cells : هي الخلايا المستهلكة للتيار الكهربائي و فيها تتحول الطاقة الكهربائية الى طاقة كيميائية و تجري تفاعلاتها بشكل غير تلقائي و لها تطبيقات مهمة في الصناعة ، تستخدم خلايا التحليل الكهربائي في تقنية الفلزات وفي عملية الطلاء الكهربائي .

القوة الدافعة الكهربائية للخلية Electromotive force : يرمز لها بالرمز (emf) يسمى الجهد عبر الأقطاب في الخلية الكلفانية بجهد الخلية و يرمز له بالرمز (E_{cell}) و يسمى جهد الخلية بمصطلح شائع اخر القوة الدافعة الكهربائية للخلية و بالرغم من دلالة الاسم فهو مقياس للجهد و ليس للقوة .

معادلة نيرنست Nernest Equation : هي العلاقة التي تربط جهد الخلية الغير قياسي (E_{cell}) مع جهد الخلية القياسي (E_{cell}) عندما يكون احد او جميع المواد المشاركة ذات تراكيز لا تساوي الواحد الصحيح و في درجات حرارية مختلفة .

حل اسئلة الفصل الرابع

س1// اختر الجواب الصحيح مع بيان السبب بوضوح

1) في خلية تحليل الماء كهربائياً تحرر $6.02*10^{22}$ جزيئ من غاز على كاثود الخلية فأن حجم الغاز المتحرر باللتر على قطب الانود عند STP يساوي :

أ) 22.4L ب) 2.24L ج) 1.12L

الحل // قطب الكاثود في خلية الماء هو H_2

$$2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2$$

$$Q = n.e^-$$

$$n = \frac{\text{عدد الجزيئات}}{N_A}$$

$$= \frac{6.02 * 10^{22}}{6.02 * 10^{23}} = 0.1 \text{ mol}$$

$$Q = 0.1 * 2$$

$$= 0.2 \text{ mol . } e^-$$

قطب الانود في خلية الماء هو O_2

$$2H_2O \longrightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-$$

$$Q = n.e^-$$

$$0.2 = n * 4$$

$$n = \frac{0.2}{4} = 0.05 \text{ mol}$$

$$n = \frac{\text{حجم غاز } O_2 (STP)}{22.4}$$

$$0.05 = \frac{\text{حجم غاز } O_2}{22.4}$$

حجم غاز O_2 = 1.12 L الاختيار (ج)

---

2) خلية فولتائية قطباها الهيدروجين و الفضة القياسيان جهد اختزال الفضة القياسي 0.8 V فأن قيمة ΔG° لها

أ) 154.4 Kj ب) -154.4 Kj ج) -1544 Kj

الحل // $E^\circ = -0.8$ V
$E^\circ = 0.0$ V

انود $2Ag \longrightarrow 2Ag^{+1} + 2e^-$

كاثود $2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2$

$$2Ag + 2H^+ \longrightarrow 2Ag^{+1} + H_2$$

$$E^\circ_{Cell} = E^\circ_{Ox} + E^\circ_{Red}$$

$$= -0.80 + 0.0$$

$$= -0.80 \text{ V}$$

$$\Delta G^\circ = -nFE^\circ_{Cell}$$

$$= -2 * 96500 * -0.80$$

$$= +154400 \text{ J}$$

$$= 154.4 \text{ Kj}$$ الاختيار (أ)

3) عدد الالكترونات اللازمة لترسيب 6.35 g من النحاس في محلول ايوناته في خلية الكتروليتية : ($M_{Cu} = 63.5$)

أ) $12.04 * 10^{22}$ ب) $1.204 * 10^{22}$ ج) $6.02 * 10^{22}$

الحل //

$Cu^{+2} + 2e^- \longrightarrow Cu$

$Q = n \cdot e^-$

$n = \frac{m}{M} = \frac{6.35}{63.5} = 0.1$ mol

$Q = 0.1 * 2$

$= 0.2$ mol . e^-

$n = \frac{\text{عدد الالكترونات}}{N_A}$

$0.2 = \frac{\text{عدد الالكترونات}}{6.02 * 10^{23}}$

عدد الالكترونات $= 12.04 * 10^{22}\ e^-$ الاختيار (أ)

---

4) في الخلية الاتية $Sn/Sn^{+2}//Cr^{+3}/Cr$

0.01 M 0.1M

بدرجة 25C° لها ΔG يساوي -324529.5 J لذلك فأن جهدها القياسي :

أ) 0.6 V ب) 0.96 V ج) -0.52V

الحل // التعبير عن الخلية كتابتاً فيه خطأ طباعي يجب ان يكون $Cr/Cr^{+3} // Sn^{+2}/Sn$

0.1 M 0.01 M

انود $2Cr \longrightarrow 2Cr^{+3} + 6e^-$

كاثود $3Sn^{+2} + 6e^- \longrightarrow 3Sn$

$2Cr + 3Sn^{+2} \longrightarrow 3Cr^{+3} + 3Sn$

$\Delta G^\circ = -nFE_{Cell}$

$-324529.5 = -6 * 96500 * E_{Cell}$

$E_{Cell} = \frac{-324529.5}{-579000} = 0.56$ V

$E_{Cell} = E^\circ_{Cell} - \frac{0.026}{n} \text{ Ln } \frac{[Cr^{+3}]^2}{[Sn^{+2}]^3}$

$0.56 = E^\circ_{Cell} - \frac{0.026}{6} \text{ Ln } \frac{(10^{-1})^2}{(10^{-2})^3}$

$0.56 = E^\circ_{Cell} - 0.0043 \text{ In } 10^4$

$0.56 = E^\circ_{Cell} - 0.0043 * 4 * \text{Ln}10$

$0.56 = E^\circ_{Cell} - 0.0043 * 4 * 2.3$

$0.56 = E^\circ_{Cell} - 0.04$

$E^\circ_{Cell} = 0.6$ V الاختيار (أ)

5) كتب طالب في خلية تحليل محلول كلوريد الصوديوم فأن الكلور يتحرر عند الانود و الصوديوم يترسب عند الكاثود ما الخطأ الذي ارتكبه الطالب :

أ) الكلور يتحرر عند الكاثود　ب) الهيدروجين يتحرر عند الكاثود　ج) الصوديوم يترسب عند الانود

الحل // في محلول كلوريد الصوديوم يتحرر الكلور عند الانود و الهيدروجين عند الكاثود

اما في منصهر كلوريد الصوديوم يتحرر الكلور عند الانود و الصوديوم عند الكاثود

و في الخلية محلول كلوريد الصوديوم و ليس منصهر كلوريد الصوديوم لذلك

الاختيار (ج) الصوديوم يترسب عند الانود

---

6) حجم غاز الكلور المتحرر عند STP بعد مرور ($0.02\ mol.e^-$) في محلول يحتوي على ايونات Cl^- تساوي

أ) 0.224 L　ب) 2.24 L　ج) 22.4 L

الحل //　$2Cl^- \longrightarrow Cl_2 + 2e^-$

$Q = n \cdot e^-$

$0.02 = n * 2$

$n = 0.01\ mol$

$n = \frac{\text{حجم غاز } Cl_2\ (STP)}{22.4}$

$0.01 = \frac{\text{حجم غاز } Cl_2}{22.4}$

Cl_2 حجم غاز $= 0.224\ L$

الاختيار (أ)

س2 / عند الظروف القياسية $25C^\circ$ وضغط 1 atm اي تفاعل سيجري تلقائياً في محلول مائي يحتوي على ايونات Ce^{4+} و Ce^{3+} و Fe^{3+} و Fe^{2+} ؟ احسب ΔG° و K_{eq} لهذا التفاعل . اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية $E^\circ_{Ce^{4+}/Ce^{3+}} = +1.61\ V$ و $E^\circ_{Fe^{3+}/Fe^{2+}} = +0.77\ V$.

الحل :- نختار اعلى جهد اختزال (كاثود) واقل جهد اختزال نقلبه ونجعله (انود)

أنود　$Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+} + 1e$　　$E^\circ_{anod} = -0.7$

كاثود　$Ce^{4+} + 1e^- \longrightarrow Ce^{3+}$　　$E^\circ_{cathode} = +1.61V$

$Fe^{2+} + Ce^{4+} \longrightarrow Fe^{3+} + Ce^{3+}$

$E^\circ_{cell} = E^\circ_{anod} + E^\circ_{cathod}$

$E^\circ_{cell} = -0.7 + 1.61$

$E^\circ_{cell} = +0.84\ V$

$\Delta G^\circ = -nFE^\circ$

$\Delta G^\circ = -1 \times 96500 \times 0.84$

$\Delta G^\circ = -81060\ J/MoL$

$E^\circ = \frac{0.026}{n}\ LnKeq$

$0.84 = \frac{0.026}{n}\ LnKeq$

$\therefore Keq = 1.1 \times 10^{14}$

س4 / احسب ثابت فراداي وبين وحداته ؟

الحل: يعرف ثابت فراداي بأنه شحنة مول واحد من الاكترونات ويحتوي المول الواحد على (F) عدد اوفوكادرو من الشحنات لذا الفراداي = حاصل ضرب شحنة الالكترون في عدد اوفوكادرو

F = شحنة الالكترون × عدد اوفوكادرو

$F = N_A\ (MoL) \times e^{-}\ (C)$

$F = 6.013 \times 10^{23} \times 1.9 \times 10^{-19}$

$F = 96478\ C\ /MoL$

وتقرب هذه القيمة الى 96500

س 5 / اكتب العلاقة التي تربط ΔG° مع Keq مع E°_{cell} وعرف جميع الرموز التي تحتويها ؟

الحل //

$\Delta G^{\circ} = -nFE^{\circ}_{cell}$ $\quad\quad$ $\Delta G^{\circ} = -RTLnKeq$

n : عدد الألكترونات المحذوفة

ΔG° : التغير في الطاقة الحرة القياسية

F : 96500 ثابت فراداي

R : 8.3 ثابت الغازات

E°_{cell} : جهد الخلية القياسي

Keq : ثابت الأتزان

$T = C^{\circ} + 273$

$E^{\circ}_{cell} = \frac{0.026\ V}{n}\ LnKeq$ $\quad$ E°_{cell} : جهد الخلية القياسي $\quad$ Keq : ثابت الأتزان

س6// اكتب معادلة نيرنست و عرف جميع الرموز التي تحتويها

الحل //

$$E_{Cell} = E^{\circ}_{Cell} - \frac{0.026}{n}\ Ln\ Q$$

E_{Cell} جهد الخلية

E°_{Cell} جهد الخلية القياسي

n عدد مولات الالكترونات

Q حاصل التفاعل

رحلة التفوق في السادس
عطاءٌ بلا حدود
A .M. Z

س7 / احسب E°_{cell} للخلية المكونة من نصفي التفاعل Zn^{2+} / Zn و SHE . كم سيكون جهد الخلية E_{cell} اذا كان $[Zn^{2+}] = 0.45$ M . $P_{H_2} = 1$ atm . $[H^+] = 1.8$M . اذا علمت ان جهد الاختزال القياسي $E^\circ_{Zn^{2+}/Zn} = -0.76$ V

الحل : SHE يعني قطب الهيدروجين القياسي والذي سيكون كاثود

$E^\circ_{anod} = +0.76$ V

$E^\circ_{cathod} = 0.00$ V

انود $Zn \longrightarrow Zn^{2+} + 2e^-$

كاثود $2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2$

$Zn + {}_2H^+ \longrightarrow Zn^{+2} + H_2$

$E^\circ_{cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{chtaod}$

$= +0.76 + 0.00 = +0.76$ V

نحسب E_{cell} من معادلة نيرنست

$$E_{cell} = E^\circ_{cell} - \frac{0.026}{n}\ Ln\ \frac{[Zn^+]}{[H^+]2}$$

$$= 0.76 - \frac{0.026}{2}\ Ln\ \frac{(0.46}{(1.8)2}$$

$$= 0.76 - (0.013) * -1.98)$$

$$= 0.76 + 0.025$$

$$= 0.79 \text{ V}$$

س8/ ما الفرق بين الخلية الكلفانية (مثل خلية دانيال) وخلايا التحليل الكهربائي .

الحل :

الخلية الكلفانية	خلية التحليل الكهربائي
2016 دور اول	2013 دور ثاني
1) تستخدم التفاعل الكيميائي للحصول على طاقة كهربائية	1) تستخدم الطاقة الكهربائية لحدوث تفاعل كيميائي
2) تفاعلاتها تلقائية - =∆G	2) تفاعلاتها غير تلقائية + = ∆G
3) يستخدم فيها جسر ملحي .	3) لايستخدم فيها جسر ملحي .
4) تنتقل فيها الالكترونات من الذرات الى الايونات عبر سلك موصل خارجي وتنتقل الايونات في جسر ملحي.	4) تنتقل فيها الالكترونات من مصدر الجهد (البطارية) بواسطة الايونات الموجبة والسالبة في المحلول الالكتروليتي او المواد المنصهرة.
5) مثال على الخلية الكفانية مثل خلية دانيال وبطاريات (نضائد) الاجهزة الكهربائية وبطارية تشغيل السيارات.	5) مثال الخلية الكترونية خلايا التحليل الكهربائي مثل خلية الطلاء الكهربائي وخلايا تنقية الفلزات.

س 9 // اذا علمت ان جهود الاختزال القياسي لانصاف التفاعلات الاتية عند 25C° هي :

$PbSO_{4(S)} + 2e^- \longrightarrow Pb_{(s)} + SO_4^{-2}$ $E^\circ = -0.359\ V$

$PbI_{2(S)} + 2e^- \longrightarrow Pb_{(S)} + 2I^-$ $E^\circ = -0.365\ V$

احسب ثابت الاتزان للتفاعل الاتي :

$PbSO_{4(S)} + 2I^- \longrightarrow 2PbI_{2(S)} + SO_4^{-2}$

الحل // المعادلة الثانية تقلب

$PbSO_4 + \cancel{2e^-} \longrightarrow \cancel{Pb} + SO_4^{-2}$ $E^\circ = -0.359\ V$

$\cancel{Pb} + 2I^- \longrightarrow PbI_2 + \cancel{2e^-}$ $E^\circ = +0.365\ V$

$PbSO_{4(S)} + 2I^- \longrightarrow 2PbI_{2(S)} + SO_4^{-2}$ $E^\circ = 0.006\ V$

$$E^\circ = \frac{0.026}{n}\ Ln\ K_{eq}$$

$$0.006 = \frac{0.026}{n}\ Ln\ K_{eq}$$

$$Ln\ Keq = \frac{0.006}{0.013}$$

$$Ln\ K_{eq} = 0.46$$

$$\cancel{Ln}\ K_{eq} = \cancel{Ln}\ 1.6$$

$$K_{eq} = 1.6$$

- -

س10 / بين ايهما يحرر الهيدروجين الألمنيوم ام الذهب عند تفاعلهما مع الحوامض المخففة

اذا علمت أن $E^\circ_{Al^{+3}/Al} = -1.66\ V$ $E^\circ_{Au^{+3}/Au} = +1.50\ V$

الحل : غاز الهيدروجين يتحرر عند الكاثود

لذلك يجب ان يكون الذهب او الالمنيوم انود والاقل جهد اختزال هو الافضل وهو الالمنيوم

انود $2AL \longrightarrow 2AL^{+3} + 6e$ * 2 $E^\circ_{anod} = +1.66\ V$

كاثود $6H^+ + 6e^- \longrightarrow {}_3H_2$ * 3 $E^\circ_{cathod} = 0.00\ V$

$2AL + 6H^+ \longrightarrow {}_2AL^{+3} + 3H_2$

$E^\circ_{cell} = E^\circ_{anod} + E^\circ_{cathod}$

$= +1.66 + 0 = +1.66\ V$

∴ اشارة E° موجبة

∴ التفاعل تلقائي (الالمنيوم يحرر الهيدروجين)

س11 / هل يجري تفاعل الخلية التالية المعبر عنها ادناه تلقائياً أم لا ؟ علماً ان جهود الاختزال القياسية $E^\circ_{Br_2/Br} = +1.07$ V و $E^\circ_{Fe^{3+}/Fe^{2+}} = +0.77$ V

Pt | Fe^{3+} (1M) , Fe^{2+} (1M) ‖ Br^- (1M) | Br_2 (1 atm) | Pt

الحل :

انود $2Fe^{+2} \longrightarrow 2Fe^{+3} + 2e^-$ $E^\circ_{anode} = -0.77$ V

كاثود $Br_2 + 2e^- \longrightarrow 2Br^-$ $E^\circ_{cathod} = +1.07$

$2Fe^{+2} + Br_2 \longrightarrow 2Fe^{+3} + 2Br^-$

$E^\circ_{cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{cathod}$

$= -0.77 + 1.07 = +0.3$ V

∴ اشارة E° موجبة

∴ يحدث التفاعل تلقائياً

س12 // امرر تيار كهربائي شدته 9.65 A لترسيب النيكل في محلول مائي يحتوي على ايونات النيكل لمدة 50 min فاذا علمت ان 1.12 L من الهيدروجين عند STP تحرراَيضاً عند الكاثود ما كتلة النيكل المترسبة $M_{Ni} = 58.7$ g/mol ؟

الحل / نحسب اولاً فراداي الكلي

$t = 50 * 60 = 3000$ S

$Q = \frac{t * I}{96500} = \frac{3000 * 9.65}{96500} = 0.3$ mol.e^-

نحسب فراداي لخلية الهيدروجين

$2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2$

$Q = n \cdot e^-$

$n = \frac{\text{حجم غاز } H_2 (STP)}{22.4} = 0.05$ mol

$Q = 0.05 * 2 = 0.1$ mol.e^-

$Q_{\text{كلي}} = Q_{Ni} + Q_{H_2}$

$0.3 = Q_{Ni} + 0.1$

$Q_{Ni} = 0.2$ mol.e^-

نحسب مولات النيكل

$Ni^{+2} + 2e^- \longrightarrow Ni$

$Q = n \cdot e^-$

$0.2 = n * 2$

$n = 0.1$ mol

$n = \frac{m}{M}$

$m = 0.1 * 58.7 = 5.87$ g

س 13 / احسب جهد قطب غاز H_2 في 25 C° و ضغط 1atm اذا علمت ان PH محلول الالكتروليتي تساوي 1

الحل //

$E^\circ_{H_2} = 0.0$ V

$2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2$

$[H^+] = 10^{-PH}$

$= 10^{-1}$

$= 0.1$ M

$E_{H_2} = E^\circ_{H_2} - \frac{0.026}{n} \ Ln \frac{1}{[H^+]}$

$= 0.0 - \frac{0.026}{2} \ Ln \frac{1}{(0.1)^2}$

$= -0.013 * Ln 100$

$= -0.013 * 4.6 \qquad = -0.0592$ V

س14/ هل يمكن حفظ محلول ملح الطعام في اناء من النحاس ؟ علما ان جهود الاختزال القياسية
$E^\circ_{Na^+/Na} = -2.70$ V و $E^\circ_{cu^+/cu} = +0.34$ V

الحل /ملاحظة :- في مسائل الحفظ يجب جعل (الاناء – انود) ولحصول الحفظ يجب ان يكون جهد الخلية سالب

النحاس هو انود
والصوديوم هو كاثود

$E^\circ_{anod} = -0.34$ V

انود $Cu \longrightarrow Cu^{2+} + 2e^-$

$E^\circ_{cathod} = -2.7$ V

كاثود $2Na^+ + 2e^- \longrightarrow 2Na$

$Cu + 2Na^+ \longrightarrow Cu^{2+} + 2Na$

وزاري 2015 دور ثاني

$E^\circ_{cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{cathod}$

$= -0.34 + (-2.7)$

$= -3.04$ V

∴ اشارة سالبة

∴ التفاعل غير تلقائي (يمكن حفظ ملح الطعام في اناء من النحاس)

س15// عند التحليل الكهربائي للماء يتحررغاز الهيدروجين و الاوكسجين ما حجم خليط الغازي المتحررين عند STP التي تنتج من امرار $0.2 \ mol.e^-$ في الخلية ؟

الحل //

$2H_2O \longrightarrow 2H_2 + O_2$

$\quad\quad\quad\quad 2X \quad X$

نحسب حجم غاز O_2 المتحرر

$Q = n \cdot e^-$

$2H_2O \longrightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-$

$0.2 = n * 4$

$n = \frac{0.2}{4} = 0.05 \ mol.e^-$

$n = \frac{\text{حجم غاز } O_2 (STP)}{22.4}$

$0.05 = \frac{\text{حجم غاز } O_2 (STP)}{22.4}$

حجم غاز O_2 = 1.12 L

حجم غاز H_2 = 2 * 1.12 L = 2.24 L

مجموع حجم الغازين= 1.12 + 2.24 = 3.36 L

رحلة التفوق في السادس
عطاءٌ بلا حدود

س16 // ماهو التيار بالأمبير (A) اللازم لترسيب 5g من الذهب في ساعة واحدة على سطح الكاثود من محلول يحتوي على ملح للذهب حالة التأكسد للذهب فيه (+3) M_{Au} = 197 g / mol.

الحل // نحسب عدد مولات الذهب

$$n = \frac{m}{M} = \frac{5}{197}$$

$$= 0.025 \text{ mol}$$

$$Au^{+3} + 3e^- \longrightarrow Au$$

$$Q\,(mol\,.\,e^-) = n * e^-$$

$$= 0.025 \times 3$$

$$= 0.075 \quad mol.e^-$$

نحول الزمن الى الثانية

$$t = 1 * 3600$$

$$= 3600 \text{ s}$$

$$Q = \frac{I*t}{96500}$$

$$0.075 = \frac{I*3600}{96500}$$

$$I = \frac{0.075*9650}{3600} = 2.01 \text{ A}$$

س 17 / ممَ يتكون انود وكاثود البطارية الجافة ؟ اكتب تفاعلات نصفي الخلية وتفاعلها العام واهم مميزاتها.

الحل :

البطارية الجافة يتكون الانود فيها من وعاء خارجي مملوء بمعجون رطب من (MnO_2) وكلوريد الامونيوم (NH_4CL) وكاربون (كرافيت) الذي يمثل الكانود حيث تتأكسد ذرات الخارصين عند الانود

انود $Zn_{(S)} + 2OH^- \longrightarrow Zn(OH)_2 + 2e^-$

كاثود $2MnO_{2(3)} + 2H_2O_{(L)} + 2e^- \longrightarrow 2MnO_{(S)}(OH) + 2OH^-$

$Zn_{(S)} + 2MnO_{(S)} + 2H_{(L)2}O \longrightarrow Zn(OH)_{(S)2} + Mn_{(S)2}O_3$ + تفاعل الخلية العام + $2MnO_{(S)}(OH)$

اهم مميزاتها :-

1) تعطي جهد مقداره 1.48 V
2) غير قابلة للشحن
3) تستخدم في اجهزة الراديو والحاسبات

وزاري

2013
دور ثالث

مهدي الحسناوي

س18 / لماذا يجب ان يكون جهد الخلية الكلفانية موجباً ؟

الحل:-

يكون التغير في طاقة كبس ΔG و ΔG° = قسمة سالبة .

اذا كان التفاعل يحصل بصورة تلقائية وترتبط ΔG و ΔG° مع E_{cell} و E°_{cell} على التوالي بالعلاقات

$$\Delta G^\circ = -nFE^\circ_{cell}$$

$$\Delta G = -nFE_{cell}$$

لذلك يجب ان تكون قيم (E°_{cell} , E_{cell}) ذات قيمة موجبة (+) لتكون قيم ΔG و ΔG° سالبة (-) .

س19/ احسب تركيز ايونات الخارصين في محلول قطب الخارصين اذا كان جهد اختزال الخارصين غير القياسي يساوي (-0.82 V) وجهد اختزاله القياسي $E^\circ_{Zn^{2+}/Zn} = -0.76$ V .

الحل :

ملاحظة :- دائماً تكتب معادلة قطب لوحده كمعادلة كاثود

$$Zn^{2+} + 2e^- \longrightarrow Zn \qquad E^\circ = -0.76\ V$$

$$E = E^\circ - \frac{0.026}{n}\ LnQ$$

$$-0.82 = -0.76 - \frac{0.026}{2}\ Ln\frac{1}{[Zn^{2+}]} \Longrightarrow [Zn^{2+}] = 0.01M$$

س20 / خلية كلفانية تفاعلها العام في درجة $25C^\circ$.

$$Cu^{2+}_{(aq)}\ (0.01\ M) + Cd_{(s)} \longrightarrow Cu_{(S)} + Cd^{2+}_{(aq)}\ (0.1\ M)$$

و جهدها القياسي يساوي (+0.74 V) . أحسب التغير في الطاقة الحرة ج : -131252 j / mol

الحل //

$$Cu^{2+} + Cd \longrightarrow Cu + Cd^{2+}$$

0.01 m   0.1M

اكتساب (كاثود)

فقدان (انود)

2013
دور ثالث

انود $Cd \longrightarrow Cd^{2+} + 2e^-$ E°_{anode}

كاثود $Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu$ E°_{cathod}

$$Cd + Cu^{2+} \longrightarrow Cd^{2+} + Cu$$

$$E_{cell} = E^\circ_{cell} - \frac{0.026}{n}\ Ln\frac{[Cd^{2+}]}{[Cu^{2+}]}$$

$$E_{cell}\ 0.74 - \frac{0.026}{2}\ Ln\frac{(0.1)}{(0.01)}$$

$$E_{cell} = 0.74 - 0.013 * 2.303 \quad = 0.71\ V$$

$$\Delta G = -nFE_{cell}$$

مهدي الحسناوي

س21 / ما مقدار التغير في الطاقة الحرة للخلية التالية في درجة $25C^\circ$ علماً ان $K_{eq} = 2.3 \times 10^4$ وان التفاعل العام لهذه الخلية :

$2H^+_{(aq)}$ (1 M) + $Pd_{(s)} \longrightarrow H_{2(g)} + Pb^{2+}_{(aq)}$ $(0.01\ M)_{(s)}$

$2H^+$ + (1 M) + Pb $\longrightarrow H_2 + Pb^{2+}$ (0.01 M)

(كاثود) اكتساب

فقدان (انود)

الحل //

$E^\circ_{anode} =$

$E^\circ_{cathod} =$

انود $Pb \longrightarrow Pb^{2+} + 2e^-$

كاثود $2H^+ + 2e \longrightarrow H_2$

$Pb + 2H^+ \longrightarrow Pb^{2+} + H_2$

$E^\circ_{cell} = \frac{0.026}{n}\ LnKeq$

$E^\circ = \frac{0.026}{2}\ Ln\ 2.3 \times 10^4$

$= 0.013\ (\ Ln\ 2.3 + Ln\ 10^4\ )$

$= 0.013\ (\ 0.83 + 4Ln10\ )$

$= 0.013\ (\ 0.83 + 4 * 2.3\ )$

$= 0.013\ (\ 0.83 + 9.2\ )$

$= 0.013 * 10$

$= 0.13\ V$

$E_{cell} = E^\circ_{cell} - \frac{0.026}{n}\ Ln \frac{[Pb^{2+}]}{[H^+]^2}$

$= 0.13 - 0.013\ Ln \frac{0.01}{1}$

$= 0.13 + (\ 0.013 * - 4.6\ )$

$= 0.13 + 0.06$

$= 0.19\ V$

$\Delta G = - nFE_{cell}$

$= -2 * 96500 * 0.19$

$= - 36515\ J$

رحلة التفوق في السادس
مهدي الحسناوي

س22 / خلية فولتائية في درجة 25C° تفاعلها العام: $Sn^{2+}_{(aq)} + Ni_{(s)} \longrightarrow Sn_{(s)} + Ni^{2+}_{(aq)}$
اذا علمت ان جهد الخلية غير قياسي يساوي (+0.17 V) . احسب تركيز ايونات النيكل Ni^{2+} ,
علماً ان قطب القصدير قياسي و $E°_{Sn^{2+}/Sn} = 0.14\ V$ و $E°_{Ni^{2+}/Ni} = 0.25V$.

الحل //

$Sn^{2+} + Ni \longrightarrow Sn + Ni^{2+}$

فقدان (Ni → Ni^{2+})
اكتساب (Sn^{2+} → Sn)

انود $Ni \longrightarrow Ni^{2+} + 2e^-$ $\qquad E°_{anod} = {}^+0.25\ V$

كاثود $Sn^{2+} + 2e \longrightarrow Sn$ $\qquad E°_{cathod} = {}^-0.14\ V$

$Ni + Sn^{2+} \longrightarrow Ni^{2+} + Sn$

$E°_{cell} = E°_{anod} + E°_{cathod}$

$E°_{cell} = 0.25 + -0.14$

$= 0.11\ V$

2015
دور اول

$$E = E° - \frac{0.026}{n} \text{ Ln } \frac{[Ni^{2+}]}{[Sn^{2+}]}$$

$$0.17 = 0.11 - \frac{0.026}{2} \text{ Ln } \frac{[N^{2+}]}{(l)}$$

$$0.17 - 0.11 = -\ 0.013 \text{ Ln } [Ni^{2+}]$$

$$0.06 = -\ 0.013 \text{ Ln } [Ni^{2+}]$$

$$-\frac{0.06}{0.013} = \text{Ln } [Ni^{2+}]$$

$$[Ni^{2+}] = 1 \times 10^{-2}\ M$$

س23 / للخلية الاتية : $Al \mid Al^{3+}(1M) \parallel Cd^{2+}(1M) \mid Cd$
اذا علمت ان جهد الخلية القياسي يساوي (1.26 V) وجهد الاختزال القياسي للكادميوم يساوي
$E°_{Cd^{2+}/Cd} = -0.40\ V$ احسب جهد الاختزال القياسي للالمنيوم ؟

انود $2Al \longrightarrow 2Al^{3+} + 6e^-$ $\qquad E°_{anod} = ?$

كاثود $3Cd^{2+} + 6e^- \longrightarrow Cd$ $\qquad E°_{cathod} = -0.4\ V$

$2Al + 3Cd^{2+} \longrightarrow 2Al^{3+} + 3Cd$

$E°_{cell} = E°_{anode} + E_{cathod}$

$+1.23 = E°_{anode} + (-0.40)$

$E°_{anode} = 1.23 + 0.40 = 1.63\ V$

ويمثل جهد تأكسد الالمنيوم لانه جهد انود

∴ جهد اختزال الالمنيوم $E° = -1.63$ اختزال

مهدي الحسناوي

س24 / خلية كلفانية في درجة $25C^{\circ}$ احد قطبيها هو الهيدروجين وبضغط 1 atm من غاز الهيدروجين والاخر قطب النيكل تركيز ايوناته فيه 0.01 M ؟ احسب الاس الهيدروجيني (pH) لمحلول قطب الهيدروجين اذا علمت ان مقدار الطاقة الحرة لتفاعل الخلية 48.25 KJ / mol- وان جهد اختزال قطب النيكل القياسي 0.25 V-

الحل : $E^{\circ}_{anod} = +0.25\ V$

$E^{\circ}_{cathod} = 0.0\ V$

جهد الأختزال

انود $Ni \longrightarrow Ni^{2+} + 2e^-$

كاثود $2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2$

$$Ni + 2H^+ \longrightarrow Ni^{2+} + H_2$$

$$E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{anod} + E^{\circ}_{cathod}$$

$$E_{cell} = 0.25 + 0.0 = 0.25\ V$$

$$\Delta G = -nFE$$

$$-48.25\ kJ / mol \times 1000 = -2 \times 96500 \times E_{cell}$$

$$48.25*1000\ J/MoL = -193000\ E_{cell}$$

$$\therefore E_{cell} = \frac{-4825}{193000} = 0.25\ V$$

$$E_{cell} = E^{\circ}_{cell} - \frac{0.026}{n} Ln \frac{[Ni^+]}{[H^+]^2}$$

$$0.25 = 0.25 - \frac{0.026}{2} Ln \frac{0.01}{[H^+]^2}$$

$$0.25 - 0.25 = -0.013\ Ln \frac{0.01}{[H^+]^2}$$

$$0 = Ln \frac{0.01}{[H^+]^2}$$

$$\cancel{Ln}\ 1 = \cancel{Ln} \frac{0.01}{[H^+]^2}$$

$$[H^+]^2 = 0.01$$

$$[H^+] = 0.1\ M$$

$$pH = -Log[H^+]$$

$$pH = -Log\ 10^{-1} = 1$$

مهدي الحسناوي
رحلة التفوق في السادس

س25/ اذا علمت ان جهد الخلية الاتية: $Sn \mid Sn^{2+}(?\,M) \parallel Ag^{+}(1\,M) \mid Ag$
عند درجة $25\,C^{\circ}$ يساوي 0.9992 فولت . جد تركيز ايونات القصدير (Sn^{2+}) في محلول القطب علماً ان قطب الفضة في ظروفه القياسية وجهود الاختزال القياسية $E^{\circ}_{sn^{2+}/sn} = -0.14\,V$ و $E^{\circ}_{Ag^{+}/Ag} = +0.80\,V$.

الحل :

$E^{\circ}_{anode} = +0.14\,V$ انود $Sn \longrightarrow Sn^{2+} + 2e^{-}$

$E_{cathod} = +0.8\,V$ كاثود $2Ag^{+} + 2e^{-} \longrightarrow 2Ag$

$Sn + 2Ag^{+} \longrightarrow Sn^{+2} + 2Ag$

$E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{anode} + E^{\circ}_{cathod}$

$= 0.14 + 0.8 = +0.94\,V$

$E_{cell} = E^{\circ}_{cell} - \frac{0.026}{n}\,Ln\,\frac{[Sn^{+2}]}{[A\quad ^{+}]^{2}}$

$0.9992 = 0.94 - \frac{0.026}{2}\,Ln\,\frac{[Sn^{+2}]}{(1)^{2}}$

$0.9992 - 0.9400 = -0.013\,Ln\,[Sn^{+2}]$

$0.0592 = -0.013\,Ln\,[Sn^{+2}]$

$Ln\,[Sn^{+2}] = \frac{0.0592}{-0.013}$

$Ln\,[Sn^{+2}] = -4.5$

$[Sn^{+2}] = 10^{-2}\,M$

س26 / امرر تيار كهربائي شدته 10 A خلال 965 s في خلية تحليل كهربائي تحتوي على كبريتات النحاس ما هو وزن النحاس المترسب وعدد ذراته علماً ان الكتلة الذرية للنحاس = 63 ؟

الحل :

$Cu^{+2} + 2e^{-} \longrightarrow Cu$

$Q\,(mol\,.\,e^{-}) = \frac{I * t}{96500}$

$= \frac{10 * 96}{96500} = 0.1\,MoL\,.\,e^{-}$

$Q\,(MoL\,.\,e^{-}) = n\,.\,e^{-}$

نحسب عدد مولات النحاس

$n = \frac{Q}{e^{-}} = \frac{0.1}{2} = 0.05\,MoL$

$n = \frac{m}{M}$

$m = n\,.\,M$

$= 0.05 * 63 = 3.15\,g$

2014 تمهيدي
2015 دور اول

n = عدد الذرات / عدد افكادرو

عدد الذرات = n * عدد افكادرو

$= 0.05 * 6.023 * 10^{23}$

$= 3 * 10^{22}$ ذرة

مهدي الحسناوي

س27 / احسب عدد الالكترونات اللازمة لتحرير ضعف الحجم المولي لغاز الاوكسجين في STP

الحل :

$$2H_2O \longrightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-$$

$$n = \frac{\text{حجم غاز } O_2}{\text{الحجم المولي}} = \frac{2 * 22.4}{22.4} = 2\ mol$$

$Q = n\ .\ e^-$

$= 2 * 4 = 8\ mol\ .\ e^-$

$$Q = \frac{\text{عدد الكترونات}}{\text{عدد افكادرو}}$$

عدد الالكترونات = Q * عدد افكادرو

$= 8 * 6.023 * 10^{23}$

$= 48.16 * 10^{23}\ e^-$

2014 دور اول
2014 دور ثالث

معلومة : الحجم المولي لأي غاز عند STP يساوي 22.4 L

$\Delta G = -2 \times 96500 \times 0.71 = -137030\ J/MoL$

س28 / احسب التغير في الطاقة الحرة لتفاعل الخلية التالي في درجة 25C°

Mg | Mg^{2+} (1 M) || Br^- (0.1 M) | Br_2 (1 atm) | Pt

الحل :

انود $Mg \longrightarrow Mg^{+2} + 2e^-$ E anode = +2.37

كاثود $Br_2 + 2e^- \longrightarrow 2Br^-$ Ecathod = +1.07

$$Mg + Br_2 \longrightarrow Mg^{+2} + 2Br^-$$

$E^\circ_{cell} = E^\circ_{anod} + E^\circ_{cathod}$

$E^\circ = 2.3 + 1.07 = 3.44\ V$

$$E_{cell} = E^\circ_{cell} - \frac{0.026}{n}\ Ln \frac{[Mg^{+2}][Br^-]^2}{1}$$

$$E_{cell} = 3.44 - \frac{0.026}{2}\ Ln\ (1) \times (0.1)^2$$

$E_{cell} = 3.44 - 0.013\ Ln\ 0.01$

$E_{cell} = 3.50\ V$

$\Delta G = -nFE_{cell}$ $\Delta G = -2 \times 96500 \times 3.5$ $\Delta G = -675500\ J / mol$

زورونا على مواقع التواصل الاجتماعي رحلة التفوق في السادس

س 29 / احسب شدة التيار اللازم امراره لمدة 2 hr و 520 s في خلية تحليل الماء كهربائيا لكي يحرر 36.12×10^{21} جزيئة من الهيدروجين والاوكسجين على قطبي الخلية ؟

الحل :

$$H_2O \longrightarrow 2H_2 + O_2$$

من المعادلة نلاحظ عدد جزيئات H_2 ضعف عدد جزيئات O_2

نفرض ان عدد جزيئات $O_2 = X$ نفرض ان عدد جزيئات $H_2 = 2X$

$$X + 2x = 36.12 * 10^{21}$$

$$3X = 36.12 * 10^{21}$$

$$X = \frac{36.21 * 10^{21}}{3} = 12.04 * 10^{21}$$ جزيئة   عدد جزيئات الأوكسجين

$$n = \frac{\text{عدد الجزيئات}}{\text{عدد افكادرو}} = \frac{12.04 * 10^{21}}{6.02 * 10^{23}} = 0.02 \quad mol$$

وزاري

2015
دور ثالث

$$2H_2O \longrightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-$$

$$Q\ mol\ .\ e^- = n * e^-$$

$$= 0.02 * 4 = 0.08 \quad mol\ .\ e^-$$

نحول الزمن الى الثانية

$$t = 2 * 3600 + 520$$

$$= 7720\ s$$

$$Q = \frac{I * t}{96500}$$

$$0.08 = \frac{I * 7720}{96500} \qquad I = \frac{96500 * 0.08}{7720} = 1\ A$$

س 30 / اراد احد الصاغة طلاء خاتم من الذهب فامرر تيار كهربائي شدته 10A في خلية الطلاء الكهربائي تحتوي على احد املاح الذهب فترسب الذهب على الخاتم , لوحظ انه خلال 9.65 s ان 75 % من الكهربائية قد استهلك لترسيب الذهب فما كتلة الذهب المترسب ؟ الكتلة الذرية للذهب= 197.

الحل :

$$Q\ (mol\ .\ e^-) = \frac{I * t}{96500}$$

$$Q\ (mol\ .\ e^-) = \frac{10 \times 9.65}{96500} = 0.001\ (mol\ .\ e^-)$$

$\therefore$ 75 % فقط من كمية الكهربائية قد استهلك (كمية الكهربائية تعني فاراداي)

$$\therefore Q\ (mol.e^-) = Q \times \frac{75}{1000}$$

$$Q\ (mol.e^-) = 0.001 \times \frac{75}{100} = 0.00075 \quad (mol.e^-)$$

$$Au^{3+}_{(aq)} + 3e^- \longrightarrow Au_{(s)}$$

$$Q\ (mol.e^-) = n \times e^-$$

$$n = \frac{Q}{e^-} = \frac{0.00075}{3} = 25 * 10^{-5} \quad mol$$

$$n = \frac{m}{M} \qquad m = n \times M$$

$$m = 25 * 10^{-5} \times 197 = 0.05\ g$$ كتلة الذهب

س 31 / يسري تيار كهربائي لفترة 3.75 hr خلال خليتي تحليل كهربائي مربوطتين على التوالي , تحتوي الخلية الاولى محلول $AgNO_3$, في حين تحتوي الثانية على محلول $CuCL_2$. وخلال هذا الزمن ترسب 2g من الفضة في الخلية الاولى.

أ) كم عدد غرامات النحاس التي ستترسب في الخلية الثانية ب) ما قيمة التيار الساري بالامبير .

الحل : نحسب n للفضة $^{n}Ag = \frac{m}{M} = \frac{2}{108} = 0.02\ mol$

$Ag^{+1} + 1e \longrightarrow Ag$

$Q = n * e^{-}$

$= 0.02 * 1 = 0.02\ mol\ .\ e^{-}$

أ// ∴ الربط على التوالي

∴ نستخدم نفس Q للنحاس

$Cu^{+2} + 2e^{-} \longrightarrow Cu$

$Q = n * e^{-}$

$n = \frac{Q}{e^{-}} = \frac{0.02}{2} = 0.01\ MoL$

نحسب عدد غرامات Cu

$n = \frac{m}{M} \Longrightarrow m = n * M = 0.01\ 63.5 = 0.64\ g$

ب// يجب تحويل الزمن الى الثانية

$t(s) = 3.75 * 3600 = 13500\ S$

$Q\ (moL\ .\ e^{-}) = \frac{I*t}{96500}$

$0.02 = \frac{I*13566}{96566}$

$I = \frac{0.02*965}{135} = 0.14\ A$

س32// زن المعادلات الاتية بطريقة نصف التفاعل

1) $H^{+} + Zn \longrightarrow H_2 + Zn^{+2}$

اكتساب اختزال كاثود ($H^{+} \rightarrow H_2$)

فقدان تأكسد انود ($Zn \rightarrow Zn^{+2}$)

انود $Zn \longrightarrow Zn^{+2}$

كاثود $H^{+} \longrightarrow H_2$

توازن ذرات H

انود $Zn \longrightarrow Zn^{+2}$

كاثود $2H^{+} \longrightarrow H_2$

نضع عدد الالكترونات

انود $Zn \longrightarrow Zn^{+2} + 2e^{-}$

كاثود $2H^{+} + 2e^{-} \longrightarrow H_2$

$Zn + 2H^{+} \longrightarrow Zn^{+2} + H_2$

مهدي الحسناوي

2) $Fe^{+2} + Cl_2 \longrightarrow Fe^{+3} + Cl^-$

فقدان تأكسد انود

اكتساب اختزال كاثود

انود $Fe^{+2} \longrightarrow Fe^{+3}$

كاثود $Cl_2 \longrightarrow Cl^-$

توازن ذرات Cl

انود $Fe^{+2} \longrightarrow Fe^{+3}$

كاثود $Cl_2 \longrightarrow 2Cl^-$

نضع عدد الالكترونات

انود $Fe^{+2} \longrightarrow Fe^{+3} + e^-$

كاثود $Cl_2 + 2e^- \longrightarrow 2Cl^-$

نوازن عدد الشحنات بضرب المعادلة الأولى * 2

انود $2Fe^{+2} \longrightarrow 2Fe^{+3} + 2e^-$

كاثود $Cl_2 + 2e^- \longrightarrow 2Cl^-$

$2Fe^{+2} + Cl_2 \longrightarrow 2Fe^{+3} + 2Cl^-$

- -

3) $Au^{+3} + Cu \longrightarrow Au + Cu^{+2}$

اكتساب اختزال كاثود

فقدان تأكسد انود

انود $Cu \longrightarrow Cu^{+2}$

كاثود $Au^{+3} \longrightarrow Au$

نضيف عدد الالكترونات

انود $Cu \longrightarrow Cu^{+2} + 2e^-$

كاثود $Au^{+3} \longrightarrow Au + 3e^-$

نوازن الشحنات بضرب الأولى * 3 و الثانية * 2

انود $3Cu \longrightarrow 3Cu^{+2} + 6e^-$

كاثود $2Au^{+3} \longrightarrow 2Au + 6e^-$

$3Cu + 2Au^{+3} \longrightarrow 3Cu^{+2} + 2Au$

س 33 // زن المعادلات الاتية بطريقة نصف التفاعل بوسط حامضي :

1) $H_2O_2 + ClO_3^{-1} \longrightarrow H_2O + ClO_4^{-1}$

$+2+(2X)=0$ $X+(3*-2)=-1$ $+2+(X)=0$ $X+(4*-2)=-1$

$2X = -2$ $X = -1+6$ $X=-2$ $X = -1+8$

$X = -1$ $X = +5$ $X = +7$

فقدان تأكسد انود

اكتساب اختزال كاثود

انود $ClO_3^{-1} \longrightarrow ClO_4^{-1}$

كاثود $H_2O_2 \longrightarrow H_2O$

توازن ذرات O

انود $ClO_3^{-1} + H_2O \longrightarrow ClO_4^{-1}$

كاثود $H_2O_2 \longrightarrow H_2O$

توازن ذرات H

انود $ClO_3^{-1} + H_2O \longrightarrow ClO_4^{-1} + 2H^+$

كاثود $H_2O_2 + 2H^+ \longrightarrow 2H_2O$

نضيف عدد الالكترونات

انود $ClO_3^{-1} + H_2O \longrightarrow ClO_4^{-1} + 2H^+ + 2e^-$

كاثود $H_2O_2 + 2H^+ + 2e^- \longrightarrow 2H_2O$

$ClO_3^{-1} + H_2O_2 \longrightarrow ClO_4^{-1} + H_2O$

مهدي الحسناوي

2) $[Fe(CN)_6]^{-3}$ + CN ⟶ CNO^- + $[Fe(CN)_6]^{-4}$

$[Fe(CN)_6]^{-3}$	CN	CNO^-	$[Fe(CN)_6]^{-4}$
X+(6*1)=-3	X+(-3)=-1	X+(-3)(-2)=-1	X+(6*-1)=-4
X = -3+6	X=-1+3	X=-1+5	X=-4+6
X = +3	X = +2	X = +4	X=+2

فقدان تأكسد انود

اكتساب اختزال كاثود

انود $CN^- \longrightarrow CNO^-$

كاثود $[Fe(CN)_6]^{-3} \longrightarrow [Fe(CN)_6]^{-4}$

توازن ذرات O

انود $CN^- + H_2O \longrightarrow CNO^-$

كاثود $[Fe(CN)_6]^{-3} \longrightarrow [Fe(CN)_6]^{-4}$

توازن ذرات H

انود $CN^- + H_2O \longrightarrow CNO^- + 2H^+$

كاثود $[Fe(CN)_6]^{-3} \longrightarrow [Fe(CN)_6]^{-4}$

نضيف عدد الالكترونات

انود $CN^- + H_2O \longrightarrow CNO^- + 2H^+ + 2e^-$

كاثود $[Fe(CN)_6]^{-3} + e^- \longrightarrow [Fe(CN)_6]^{-4}$

نوازن الشحنات نضرب المعادلة الثانية * 2

انود $CN^- + H_2O \longrightarrow CNO^- + 2H^+ + \cancel{2e^-}$

كاثود $2[Fe(CN)_6]^{-3} + \cancel{2e^-} \longrightarrow 2[Fe(CN)_6]^{-4}$

$$CN^- + H_2O + 2[Fe(CN)_6]^{-3} \longrightarrow CNO^- + 2[Fe(CN)_6]^{-4} + 2H^+$$

رحلة التفوق في السادس
عطاءً بلا حدود
A .M. Z
مهدي الحسناوي

3) $Zn + NO_3^{-} \longrightarrow Zn^{+2} + NH_4^{+1}$

$X = 0$ $\quad X+(3*-2)=-1 \quad X=+2 \quad X+(4*+1)=+1$

$X = -1+6 \quad X = +1-4$

$X= +5 \quad X = -3$

فقدان تأكسد انود

اكساب اختزال كاثود

انود $Zn \longrightarrow Zn^{+2}$

كاثود $NO_3^{-1} \longrightarrow NH_4^{+1}$

توازن ذرات O

انود $Zn \longrightarrow Zn^{+2}$

كاثود $NO_3^{-1} \longrightarrow NH_4^{+1} + 3H_2O$

توازن ذرات H

انود $Zn \longrightarrow Zn^{+2}$

كاثود $NO_3^{-1} + 10H^{+} \longrightarrow NH_4^{+1} + 3H_2O$

نضيف عدد الالكترونات

انود $Zn \longrightarrow Zn^{+2} + 2e^{-}$

كاثود $NO_3^{-1} + 10H^{+} + 8e^{-} \longrightarrow NH_4^{+1} + 3H_2O$

نوازن الشحنات بضرب المعادلة الأولى * 4

انود $4Zn \longrightarrow 4Zn^{+2} + \cancel{8e^{-}}$

كاثود $NO_3^{-1} + 10H^{+} + \cancel{8e^{-}} \longrightarrow NH_4^{+1} + 3H_2O$

$4Zn + NO_3^{-1} + 10H^{+} \longrightarrow 4Zn^{+2} + NH_4^{+1} + 3H_2O$

مهدي الحسناوي

4) IO_3^{-1} + HSO_3^{-1} $\longrightarrow$ SO_4^{-2} + I_2

$X+(3*-2)=-1$ $\quad$ $+1+X+(3*-2)=-1$ $\quad$ $X+(4*-2)=-2$ $\quad$ $X=0$

$X=-1+6$ $\quad$ $X=-1+5$ $\quad$ $X=-2+8$

$X=+5$ $\quad$ $X=+4$ $\quad$ $X=+6$

فقدان تأكسد انود

اكتساب اختزال كاثود

انود $HSO_3^{-1} \longrightarrow SO_4^{-2}$

كاثود $IO_3^{-} \longrightarrow I_2$

توازن ذرات I

انود $HSO_3^{-1} \longrightarrow SO_4^{-2}$

كاثود $2IO_3^{-} \longrightarrow I_2$

توازن ذرات O

انود $HSO_3^{-1} + H_2O \longrightarrow SO_4^{-2}$

كاثود $2IO_3^{-} \longrightarrow I_2 + 6H_2O$

توازن ذرات H

انود $HSO_3^{-1} + H_2O \longrightarrow SO_4^{-2} + 3H^{+}$

كاثود $2IO_3^{-} + 12H^{+} \longrightarrow I_2 + 6H_2O$

نضيف عدد الالكترونات

انود $HSO_3^{-1} + H_2O \longrightarrow SO_4^{-2} + 3H^{+} + 2e^{-}$

كاثود $2IO_3^{-} + 12H^{+} + 10e^{-} \longrightarrow I_2 + 6H_2O$

نوازن عدد الشحنات بضرب المعادلة الأولى * 5

انود $5HSO_3^{-1} + \cancel{5H_2O} \longrightarrow 5SO_4^{-2} + \cancel{15H^{+}} + 10e^{-}$

كاثود $2IO_3^{-} + \cancel{12H^{+}} + \cancel{10e^{-}} \longrightarrow I_2 + \cancel{6H_2O}$

$5HSO_3^{-1} + 2IO_3^{-1} \longrightarrow 5SO_4^{-2} + I_2 + 3H^{+} + H_2O$

مهدي الحسناوي

رحلة التفوق في السادس
عطاء بلا حدود
A .M. Z

س34// زن المعادلات التالية بطريقة نصف التفاعل بوسط قاعدي ؟

1) $[Fe(CN)_6]^{-4} + CrO_4^{-2} \longrightarrow [Fe(CN)_6]^{-3} + Cr_2O_3$

$[Fe(CN)_6]^{-4}$	CrO_4^{-2}	$[Fe(CN)_6]^{-3}$	Cr_2O_3
X+(6*-1)=-4	X+(4*-2)=-2	X+(6*-1)=-3	2X+(3*-2)=0
X=-4+6	X=-2+8	X=-3+6	2X=+6
X=+2	X=+6	X=+3	X=+3

فقدان تأكسد انود ($X=+2 \rightarrow X=+3$)

اكتساب اختزال كاثود ($X=+6 \rightarrow X=+3$)

انود $[Fe(CN)_6]^{-4} \longrightarrow [Fe(CN)_6]^{-3}$

كاثود $CrO_4^{-2} \longrightarrow Cr_2O_3$

توازن ذرات Cr

انود $[Fe(CN)_6]^{-4} \longrightarrow [Fe(CN)_6]^{-3}$

كاثود $2CrO_4^{-2} \longrightarrow Cr_2O_3$

توازن ذرات O

انود $[Fe(CN)_6]^{-4} \longrightarrow [Fe(CN)_6]^{-3}$

كاثود $2CrO_4^{-2} \longrightarrow Cr_2O_3 + 5H_2O$

توازن ذرات H

انود $[Fe(CN)_6]^{-4} \longrightarrow [Fe(CN)_6]^{-3}$

كاثود $2CrO_4^{-2} + 10H^+ \longrightarrow Cr_2O_3 + 5H_2O$

نضيف عدد الالكترونات

انود $[Fe(CN)_6]^{-4} \longrightarrow [Fe(CN)_6]^{-3} + e^-$

كاثود $2CrO_4^{-2} + 10H^+ + 6e^- \longrightarrow Cr_2O_3 + 5H_2O$

نوازن الشحنات بضرب المعادلة الأولى * 6

انود $6[Fe(CN)_6]^{-4} \longrightarrow 6[Fe(CN)_6]^{-3} + \cancel{6e^-}$

كاثود $2CrO_4^{-2} + 10H^+ + \cancel{6e^-} \longrightarrow Cr_2O_3 + 5H_2O$

$$6[Fe(CN)_6]^{-4} + 2CrO_4^{-2} + 10H^+ \longrightarrow 6[Fe(CN)_6]^{-3} + Cr_2O_3 + 5H_2O$$

نضيف $10OH^-$ لطرفي المعادلة

$$6[Fe(CN)_6]^{-4} + 2CrO_4^{-2} + 10H^+ + 10OH^- \longrightarrow 6[Fe(CN)_6]^{-3} + Cr_2O_3 + 5H_2O + 10OH^-$$

نجمع H^+ مع OH^- و نحذف جزيئات الماء

$$6[Fe(CN)_6]^{-4} + 2CrO_4^{-2} + \cancel{10}H_2O \longrightarrow 6[Fe(CN)_6]^{-3} + Cr_2O_3 + \cancel{5H_2O} + 10OH^-$$

فتصبح المعادلة

$$6[Fe(CN)_6]^{-4} + 2CrO_4^{-2} + 5H_2O \longrightarrow 6[Fe(CN)_6]^{-3} + Cr_2O_3 + 10OH^-$$

مهدي الحسناوي

2) $P_4 + NO_3^{-1} \longrightarrow H_3PO_4 + NO$

$X=0$ $\quad X+(3*-2)=-1$ $\quad +3+X+(4*-2)=0$ $\quad X+(-2)=0$

$X=-1+6$ $\quad X=+5$ $\quad X=+2$

$X=+5$

فقدان تأكسد انود

اكتساب اختزال كاثود

انود $P_4 \longrightarrow H_3PO_4$

كاثود $NO_3^{-1} \longrightarrow NO$

توازن ذرات P

انود $P_4 \longrightarrow 4H_3PO_4$

كاثود $NO_3^{-1} \longrightarrow NO$

توازن ذرات O

انود $P_4 + 16H_2O \longrightarrow 4H_3PO_4$

كاثود $NO_3^{-1} \longrightarrow NO + 2H_2O$

توازن ذرات H

انود $P_4 + 16H_2O \longrightarrow 4H_3PO_4 + 20H^+$

كاثود $NO_3^{-1} + 4H^+ \longrightarrow NO + 2H_2O$

نضيف عدد الالكترونات

انود $P_4 + 16H_2O \longrightarrow 4H_3PO_4 + 20H^+ + 20e^-$

كاثود $NO_3^{-1} + 4H^+ + 3e^- \longrightarrow NO + 2H_2O$

نوازن عدد الشحنات نضرب المعادلة الأولى * 3 و المعادلة الثانية * 20

انود $3P_4 + 48H_2O \longrightarrow 12H_3PO_4 + 60H^+ + 60e^-$

كاثود $20NO_3^{-1} + 80H^+ + 60e^- \longrightarrow 20NO + 40H_2O$

$8H_2O + 3P_4 + 20NO_3^{-1} + 20H^+ \longrightarrow 12H_3PO_4 + 20\ NO$

نضيف $20OH^-$ لطرفي المعادلة

$8H_2O + 3P_4 + 20NO_3^{-1} + 20H^+ + 20OH^- \longrightarrow 12H_3PO_4 + 20\ NO + 20OH^-$

نجمع H^+ مع OH^-

$3P_4 + 20NO_3^{-1} + 28H_2O \longrightarrow 12H_3PO_4 + 20\ NO + 20OH^-$

مهدي الحسناوي

س 35 /في خلية تحليل الماء كهربائياً في STP تم امرار تيار كهربائي فيها لمدة 3 min و 13S فتحرر غازي الهيدروجين و الاوكسجين عند قطبي الخلية و كان مجموع حجميهما يساوي 0.0672L اكتب معادلتي نصفي الخلية و التفاعل العام ثم جد حجم كل غاز متحرر و شدة التيار ؟

الحل //

انود $2H_2O \longrightarrow O_2 + \cancel{4H^+} + \cancel{4e^-}$

كاثود $\cancel{4H^+} + \cancel{4e^-} \longrightarrow 2H_2$

$2H_2O \longrightarrow O_2 + 2H_2$

$\quad\quad\quad\quad\quad\quad\quad x \quad 2x$

$3x = 0.0672$

$X = \frac{0.0672}{3} = 0.0224\ L$ حجم غاز O_2

$2X = 2 * 0.0224 = 0.0448\ L$ حجم غاز H_2

$n_{O_2} = \frac{(STP)\,O_2 \text{ حجم غاز}}{22.4} = \frac{0.0224}{22.4} = 10^{-3}\ mol$

$n = Q * \frac{1}{Q}$

بطارية خلية

$10^{-3} = Q * \frac{1}{4}$

$Q = 4 * 10^{-4}\ mol\ .e^-$

$Q = \frac{I * t}{96500}$

$4 * 10^{-3} = \frac{I * 193}{96500}$

$I = 2A$

س 36/ عند امرار $0.2\ mol.e^-$ في محلول كبريتات النحاس وبعد ترسيب جميع النحاس تحرر 0.488 L من الهيدروجين في STP . احسب كتلة النحاس المترسبة ؟ الكتلة الذرية للنحاس = 63

الحل : نحسب فاراداي لقطب الهيدروجين

$2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2$

$n = \frac{H_2 \text{ حجم}}{22.4} = \frac{0.448}{22.4} = 0.02\ mol$

$Q = n\ .\ e^-$

$= 0.02 * 2 = 0.04\ mol.e^-$

$Q_{cu} = Q_{\text{كلي}} - Q_{H2}$

$= 0.2 - 0.04 = 0.16\ mol - e^-$

نلاحظ ان السؤال لم يذكر على التوالي
لذلك فأن الفاراداي سوف ينقسم على الخليتين

نحسب عدد مولات النحاس

$Cu^{+2} + 2e^- \longrightarrow Cu$

$Q = n * e^-$

$n = \frac{Q}{e^-} = \frac{0.16}{2} = 0.08\ mol$

$n = \frac{m}{M}$

$m = n\ .\ M$

$= 0.08 * 63 = 5.04\ g$

وزاري

2013 دور ثاني
2016 تمهيدي

مهدي الحسناوي

س37 // يترسب 0.24 g من احد الفلزات ثنائي التكافؤ على الكاثود عند امرار تيار كهربائي شدته 10 A لمدة 3 min و 13 S في محلول احد الاملاح لذلك الفلز احسب الكتلة الذرية للفلز المترسب

الحل //

$Q = \frac{t * I}{96500}$ $\quad$ $t = 3 * 60 + 13$

$= \frac{193 * 10}{96500}$ $\quad$ $= 180 + 3$

$= 0.02\ mol\ .\ e^-$ $\quad$ $= 193\ S$

$Q = n\ .e^-$ $\quad$ $e = 2$ لأنه ثنائي التكافؤ

$0.02 = n * 2$

$n = 0.01\ mol$

$n = \frac{m}{M}$

$0.01 = \frac{0.24}{M}$

$M = \frac{0.24}{0.01} = 24\ g/mol$

س 38 // خلية كلفانية في درجة 25°C كاثودها قطب الهيدروجين و بضغط 1 atm و انودها قطب الالمنيوم تركيز محلول ايوناته 0.008 M عبر عنها كتابةً ثم احسب PH لمحلول قطب الهيدروجين في اللحظة التي يتساوى فيها جهدها القياسي و جهدها غير القياسي ؟

الحل //

انود $2Al \longrightarrow 2Al^{+3} + 6e^-$

كاثود $6H^+ + 6e^- \longrightarrow 3H_2$

$2Al + 6H^+ \longrightarrow 2Al^{+3} + 3H_2$

كاثود // انود

$Al\ /\ Al^{+3}\ //\ H^+\ /\ H_2\ /\ Pt$

0.008 M 1M 1atm

$E_{Cell} = E°_{Cell} - \frac{0.026}{n} Ln\ Q$

عندما $E_{Cell} = E°_{Cell}$ فإن

$Q = 1$

$\frac{[Al^{+3}]^2}{[H^+]^6} = 1$

$\frac{(0.008)^2}{[H^+]^6} = 1$

$[H^+]^6 = 64 * 10^{-6}$ $\quad \sqrt[6]{\ }$

$[H^+] = 2 * 10^{-1}\ M$

$PH = -\log [H^+]$

$= -\log 2 * 10^{-1} = -(0.3 - 1) = 0.7$

مهدي الحسناوي

س 39 // اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية لـ $E^{\circ}_{Ag^{1+}/Ag} = +0.80$ V $E^{\circ}_{Zn^{2+}/Zn} = -0$
اجب عما يأتي :-
1) ماذا تتوقع اذا عملت خلية فولتائية تحتوي على لوحي الخارصين و الفضة في محاليلهما بتركيز 1M و أي من اللوحيين تقل كتلته و ايهما تزداد و لماذا ؟
2) ما قيمة الطاقة الحرة للخلية المتكونة من قطب الخارصين القياسي و قطب الفضة بتركيز 0.1 M

الحل // 1) نختار اعلى جهد اختزال و هو الفضة نجعله كاثود

انود $Zn \longrightarrow Zn^{+2} + 2e^-$ $E^{\circ}_{Anode} = +0.76$ v
كاثود $2Ag^+ + 2e^- \longrightarrow Ag$ $E^{\circ}_{Cathode} = +0.80$ V

$Zn + 2Ag^{+1} \longrightarrow Zn^{+2} + 2Ag$

$E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{anode} + E^{\circ}_{cathod}$
$= 0.76 + 0.80$
$= +1.56$ V

الخارصين سوف تقل كتلته لأنه انود يعاني اذابة و الفضة سوف تزداد كتلته لأنه كاثود يعاني (ترسيب)

2) $$E_{cell} = E^{\circ}_{cell} - \frac{0.026}{n} \text{ Ln } \frac{[Zn^{+2}]}{[ag^{+1}]^2}$$
$$= 1.56 - \frac{0.026}{2} \text{ Ln } \frac{1}{(0.1)^2}$$
$$= 1.56 - (0.013 * 4.6)$$
$$= 1.56 - 0.06$$
$$E_{cell} == 1.5 \text{ V}$$
$$\Delta G = -nFE_{cell}$$
$$= -2 * 96500 * 1.5 \quad = -289500 \text{ J}$$

س 40 // مم يتكون قطب الهيدروجين القياسي ؟ و ما أهميته ؟ اكتب التفاعلات الحاصلة عندما يصبح كاثوداً مرة و انوداً مرة أخرى ؟

الحل // يتكون قطب الهيدروجين القياسي من انبوبة زجاجية يمرر بها غاز الهيدروجين على شكل فقاعات بضغط مقداره 1 atm و عند درجة حرارة 25 C° في محلول يحتوي على ايونات H^+ مثل محلول HCl و يكون تركيزه (1 M) تحتوي الانبوبة الزجاجية في اسفلها على قطعة من البلاتين مغطاة بطبقة خشنة من البلاتين الأسود متصلة بسلك من البلاتين .

انود $H_2 \longrightarrow 2H^+ + 2e^-$
كاثود $2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2$

س41 // امرر تيار كهربائي في محلول يحتوي ايونات فلز ثلاثي التكافؤ فترسب نصف عدد افوكادرو من ذرات الفلز على الكثود احسب 1- عدد الالكترونات المارة 2- كتلة الفلز المترسب علماً بأن الكتلة المولية للفلز = 27 g / mol

الحل // لأنه ثلاثي التكافؤ $e = 3$ $Q = n \cdot e^-$

$n = \frac{\text{عدد الذرات}}{N_A}$

$= \frac{0.5\ N_A}{N_A} = 0.5\ \text{mol}$

$Q = 0.5 * 3$

$= 1.5\ \text{mol} \cdot e^-$

1) $Q = \frac{\text{عدد الالكترونات}}{N_A}$

$1.5 = \frac{\text{عدد الالكترونات}}{6.02 * 10^{23}}$

عدد الالكترونات $= 9.03 * 10^{23}\ e^-$

2) $n = \frac{m}{M}$

$0.5 = \frac{m}{27}$

$m = 13.5\ g$

س 42 // طلب من احد الطلبة في المختبر حفظ محلول $CuSO_4$ فقام بحفظها في قنينة مصنوعة من الالمنيوم أكان الطالب موفقاً ام لا في عمله هذا ولماذا ؟ علماً بأن جهود الاختزال القياسي

$Cu^{+2} = 0.34\ V$, $Al^{+3} = -1.66\ V$

الحل // حسب حل الطالب الالمنيوم هو الانود لأنه جعله اناء

انود $2Al \longrightarrow 2Al^{+3} + 6e^-$ $E^\circ = +1.66\ V$

كاثود $3Cu^{+2} + 12e^- \longrightarrow 3Cu$ $E^\circ = +0.34\ V$

$2Al + 3Cu^{+3} \longrightarrow 2Al^{+3} + 3Cu$

$E^\circ_{Cell} = E^\circ_{OX} + E^\circ_{Red}$

$= 1.66 + 0.34$

$= +2\ V$

بما انه إشارة E°_{Cell} موجبة
لذلك التفاعل تلقائي لا يمكن الحفظ
الطالب كان غير موفق بالعمل

س 43 // اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية Cu^{+1} و Cu^{+2} هي على التوالي (0.34 v , 0.52 v) احسب ΔG° لتفاعل الخلية الاتية :

$$2Cu^{+1} \longrightarrow Cu^{+2} + Cu$$

الحل //

$$2Cu^{+1} \longrightarrow Cu^{+2} + 1e^{-}$$

X=+1   X=+2   x=0

فقدان تأكسد انود

اكتساب اختزال كاثود

انود $Cu^{+1} \longrightarrow Cu^{+2} + 1e^{-}$ $E^{\circ}_{Ox} = -0.34\ V$

كاثود $Cu^{+1} + 1e^{-} \longrightarrow Cu$ $E^{\circ}_{Red} = +0.52\ V$

$$2Cu^{+1} \longrightarrow Cu^{+2} + Cu$$

$$E^{\circ}_{Cell} = E^{\circ}_{OX} + E^{\circ}_{Red}$$
$$= -0.34 + 0.52$$
$$= +\ 0.18\ V$$

$$\Delta G^{\circ} = -nFE^{\circ}_{Cell}$$
$$= -2 * 96500 * 0.18$$
$$= -34740\ J$$

ملاحظة $n = 2$ لأشتراك ذرتين Cu في التفاعل كل ذرة $1e^{-}$

مهدي الحسناوي
رحلة التفوق في السادس
عطاءٌ بلا حدود
A .M. Z

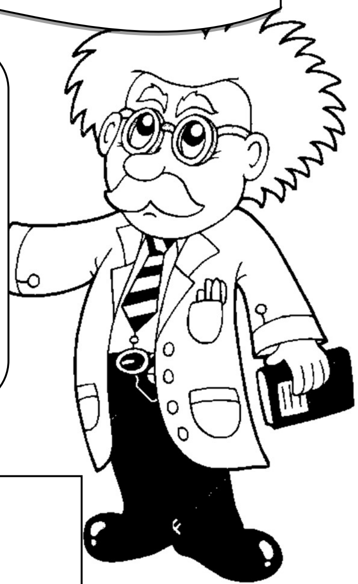
Chemistry

للصف السادس علمي
الفرع التطبيقي

اعداد الأستاذ

مهدي الحسناوي

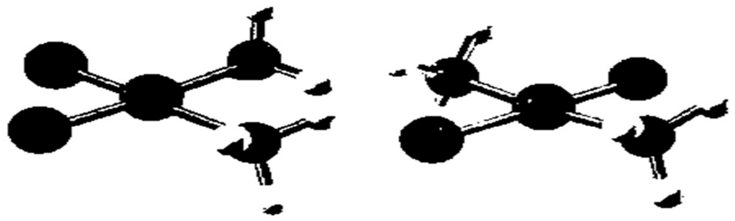
07807502408



الفصل الخامس
الكيمياء التناسقية

رحلة التفوق في السادس

عطاءٌ بلا حدود



cis-diamminedichloroplatinum(II), *cis*-$[Pt(NH_3)_2Cl_2]$　*trans*-diamminedichloroplatinum(II), *trans*-$[Pt(NH_3)_2Cl_2]$

الفصل الخامس
الكيمياء التناسقية

الكيمياء التناسقية :- هي من مجالات الكيمياء اللاعضوية التي تختص بدراسة المركبات التناسقية او المركبات المعقدة .

ملاحظة // ((سنركز في دراستنا لهذا الفصل على المركبات المعقدة التي تكونها العناصر الانتقالية))

س/ ماهي العناصر الانتقالية ؟

ج// هي العناصر التي تقع ضمن الجدول الدوري في المجموعتين IIA و IIIA وتنتهي بالغلاف الثانوي d ولها الامكانية على تكوين معقدات تناسقية .

اهم اقسامها :-

1) عناصر مجموعة d او العناصر الانتقالية الرئيسية و تتألف من ثلاث دورات كل منها تحتوي على عشرة عناصر تدعى بالسلاسل الأنتقالية الأولى و الثانية و الثالثة .

2) عناصر مجموعة F او العناصر الأنتقالية الداخلية المتكونة من دورتين كل دورة أربعة عشر عنصر و تقع في اسفل الجدول الدوري و تسمى اللانثنيدات و الأكتنيدات :

اهم مميزاتها :-

1- ان لها حالات تأكسد متعددة حيث تميل العناصر الانتقالية الى اظهار اكثر من حالة تأكسد واحدة مع بعضها الحالات الشاذة .

2- تتصف العديد من مركباتها بالصفات البارامغناطيسية حيث ان للعناصر الانتقالية اغلفة F , d مملوءة جزئياً بالالكترونات لذلك فإن ذرات الفلز تحتوي على الكترونات منفردة تكون بارامغناطيسية .

3- العديد من مركباتها ملونة .

4- لها ميل كبير لتكوين ايونات او مركبات معقدة .

الملح المزدوج :- هو مركب اضافة مستقر ناتج عن مزج محلولي ملحين بسيطين يعطي عند اذابته في الماء كافة الايونات المكونة له . ويحتفظ كل ايون بصفاته المستقلة مثل ملح مور

$$(NH_4)_2SO_4 + FeSO_4 + 6H_2O \longrightarrow FeSO_4 . (NH_4)_2SO_4 . H_2O$$

ملح مور (عند اذابته في الماء يعطي ايونات Fe^{+2} , NH_4^{+} , SO_4^{-2})

المركب التناسقي :- هو مركب اضافة مستقر لايعطي كافة الايونات المكونة له عند ذوبانه في الماء لذا فأن الصفات المستقلة لقسم من الايونات المكونة له سوف تختفي . مثل المركب

$Cu SO_4 . 4NH_3$ والذي يكتب بهذا الشكل $[Cu(NH_3)_4]SO_4$

وعند ذوبانه في الماء يختفي الايون Cu^{+2} لانه يصبح ضمن الايون المعقد .

أنواع المركبات التناسقية :

1- مركب تناسقي يتكون من ايون بسيط موجب و ايون معقد سالب مثل :

$K_3[Fe(CN)_6] \longleftrightarrow 3K^+ + [Fe(CN)_6]^{-3}$

2- مركب تناسقي يتكون من ايون بسيط سالب و ايون معقد موجب مثل :

$[Co(NH_3)_6]Cl_3 \longleftrightarrow [Co(NH_3)_6]^{+3}$

3- مركب تناسقي متعادل : هذا النوع من المركبات لا تذوب في الماء ، لعدم قدرتها على التأين و بالتالي لاتعطي أي ايونات في الماء مثل $[Co(NH_3)_3Cl_3]$, $[Ni(Co)_4]$

مثال (1 – 5) :- وضح لماذا يصنف المركب $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$ كملح مزدوج بينما يصنف المركب $K_3[Fe(CN)_6]$ كمركب معقد (مركب تناسقي)

2016 تمهيدي

وزاري

2014 دور اول

ج//لان المركب الاول هو ملح مور عندما يذوب في الماء يعطي كشف ثلاث ايونات $(SO_4^{-2}, NH_4^{+1}, Fe^{+3})$ بينما المركب الثاني يعطي كشف ايون واحد فقط (K^+) حسب المعادلة .

$K_3[Fe(CN)_6] \longleftrightarrow 3K^+ + [Fe(CN)_6]^{-3}$

مما يدل على ان هذا المركب (معقد تناسقي) لذا لا تظهر الايونات Fe , CN عند الاذابة .

تطور الكيمياء التناسقية

يعد المركب كلوريد سداسي امين الكوبلت $CoCl_3 6NH_3$ III في عام 1798 البداية الحقيقية للكيمياء التناسقية حيث اثار تحضيره اهتماماً كبيراً لما له من صفات عديدة فكان السؤال كيف ان مركبان مستقران مثل NH_3 و $CoCl_3$ يمكن ان يتحدان مع بعض فيكونان مركب ثالث جديد مستقر ايضاً ؟ لذلك ظهرت عدة نظريات لتفسير ذلك .

النظريات التي فسرت المركبات التناسقية

نظرية فرنر التناسقية

اكتشفت هذه النظرية من قبل العالم فرنر و هو عالم في السادسة و العشرين من العمر حصل على جائزة نوبل على هذه النظرية و هي النظرية السائدة لهذا اليوم افترضت نظرية فرنر :-

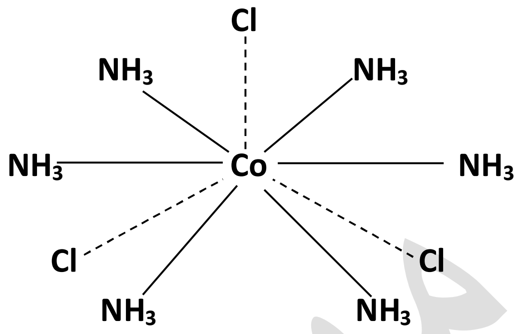
1) تمتلك اكثر العناصر نوعين من التكافؤ , تكافؤ اولي متأين يتمثل بخط متقطع (.......) والذي يعرف بحالة التأكسد وتكافؤ ثانوي غير متأين يمثل بخط متصل (————) يعرف بالعدد التناسقي .

2) يحاول كل عنصر عند اشتراكه في تكوين مركب معقد اشباع كلا التكافؤين حيث تتشبع التكافؤات الاولية بأيونات سالبة اما التكافؤات الثانوية فتتشبع بأيونات سالبة او جزيئات متعادلة .

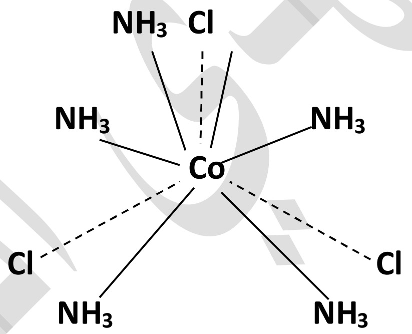
3) تتجه التكافؤات الثانوية نحو مواقع ثابتة في الفراغ تدعى بالمجال التناسقي [   ] حول ايون الفلز المركزي وهذا هو اساس الكيمياء الفراغية للمعقدات التناسقية .

تفسير نظرية فرنر للمركب $CoCl_3.6NH_3$

1) $CoCl_3.6NH_3$ افترض فرنر ان $6NH_3$ تقع داخل مجال التناسق $3Cl^-$ تقع خارج مجال التناسق لذلك سوف يعطي كشف $3Cl^-$ $[Co(NH_3)_6]Cl_3$

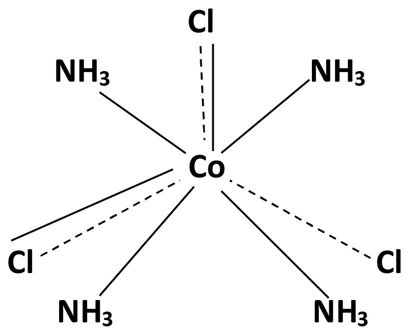


2) $CoCl_3.5NH_3$ افترض فرنر ان $5NH_3$ و Cl^- تقع داخل مجال التناسق $2Cl^-$ تقع خارج مجال التناسق لذلك سوف يعطي كشف $2Cl^-$ $[Co(NH_3)_5Cl]Cl_2$

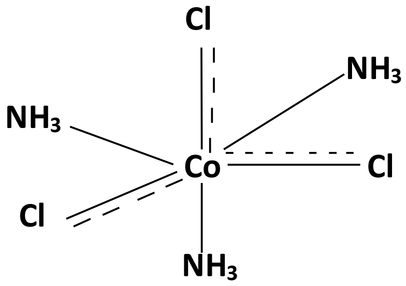


حيث يعمل Cl^- على اشباع تكافؤ اولي وثانوي

3) $CoCl_3.4NH_3$ افترض فرنر ان $4NH_3$ و $2Cl^-$ تقع داخل مجال التناسق و Cl^- تقع خارج مجال التناسق لذلك سوف يعطي كشف ايون Cl^- واحد فقط $[Co(NH_3)_4Cl_2]Cl$



4) $CoCl_3.3NH_3$:- افترض فرنر ان $3NH_3$ و $3Cl^-$ داحل مجال التناسق لذلك لايعطي هذا المركب كشف ايون Cl^- لذلك نجحت نظرية فرنر



تمرين 1 // ما الذي عزز فرضيات نظرية التناسق عن نظرية السلسلة ؟

الحل // نجحت نظرية التناسق في تفسير المركب $CoCl_3.3NH_3$ حيث اقترحت ان هذا المركب لا يعطي أي كشف بعد إضافة $AgNO_3$ اليه يعني هذا المركب لا يتأين لأن جميع ايوناته موجودة داحل مجال التناسق $[Co(NH_3)_3Cl_3]$ و قد بينت التجارب ان هذا المركب لا يعطي أي كشف لذلك نجحت التناسق على عكس ما توقعته السلسلة .

المصطلحات التناسقية

1) الليكند :- جزيء او ايون سالب الشحنة يرتبط بالأيون المركزي من خلال ذرة واحد او اكثر مانحة للمزدوجات الألكترونية

2) الايون المركزي :- هو الذرة المركزية المستقبلة للمزدوجات الالكترونية والتي ترتبط كيميائياً بالليگند بأصرة تناسقية .

3) المعقد التناسقي :- هو المركب الناتج من اتحاد الأيون المركزي مع عدد من الليكندات بواسطة أواصر تناسقية

4) عدد التناسق :- عدد الليگندات التي ترتبط بالأيون المركزي بأواصر تناسقية .

عدد التناسق = عدد الليكندات * عدد المخالب

5) الأيون المعقد :- هو صنف مشحون بشحنة موجبة او سالبة ويحتوي على ذرة فلز مركزي يحيط به عدد من الليگندات مثل $[Ni(cN)_4]^{-4}$

6) معقد متعادل :- هو المعقد الذي لايحمل شحنة وهو لايتأين في الماء مثل $[Co(NH_3)_3Cl_3]$

7) مجال التناسق :- هو ما موجود داخل الأيون المعقد أي ضمن الأقواس المربعة [ ] .

8) مجال التأين :- هو كل ما موجود خارج مجال التناسق .

9) حامض لويس :- المادة التي تمتلك اوربتال فارغ يتقبل زوج الكتروني واحد او اكثر وتعتبر العناصر الأنتقالية حوامض لويس

10) قاعدة لويس :- المادة التي تمتلك زوج الكتروني قابل للتأصر وتعتبر الليگاندات قواعد لويس .

11) الاصرة التناسقية :- هي الاصرة الناتجة من اتحاد الايون المركزي (حامض لويس) مع الليگاند (قاعدة لويس) .

مهدي الحسناوي

رحلة التفوق في السادس
عطاء بلا حدود
A .M. Z

ماهو المركب التناسقي

ج // هو مركب يتكون من جزئين جزء خارج المجال التناسقي وجزء داخل المجال التناسقي حيث ترتبط الليگاندات بالايون المركزي باواصر تناسقية .

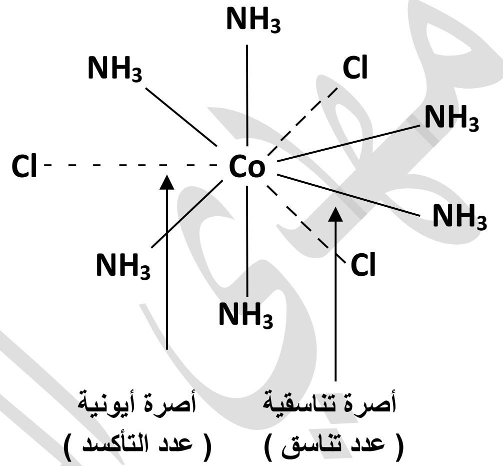
مثال // $CoCl_3 . 6NH_3$

ايون خارج مجال التناسق   الليگاند   ايون مركزي

$[Co(NH_3)_6]^{+3} Cl_3$

مجال التناسق   عدد التناسق   ايون معقد

مركب تناسقي



حيث تتصل الأمونيا بست أواصر تناسقية مع الكوبلت (العدد التناسقي) و ترتبط ذرات الكلور مع المعقد لأشباع العدد التكافؤي

كيفية ايجاد التكافؤ الاولي (عدد التأكسد) والتكافؤ الثانوي (عدد التناسق) للمركبات التناسقية .

التكافؤ الاولي (عدد التأكسد) يمثل تأكسد العنصر الانتقالي .

التكافؤ الثانوي (عدد التناسق) يمثل عدد الليگاندات .

مثال (2 – 5) المعقد التالي $K_4[Fe(cN)_6]$ جد : 1) التكافؤ الاولي 2) التكافؤ الثانوي

2015
دور ثاني

الحل //

1)

$K_4[Fe(CN)_6]$

$K_4^{+4}[Fe(CN)_6]$

$X + (CN^-)_6 = -4$

$X + -6 = -4$

$X = -4 + 6$

$X = +2$

∴ Fe^{2+}

التكافؤ الاولي = +2

التكافؤ الثانوي = عدد التناسق = عدد الليگندات = 6

(2

$[Cr(NH_3)_6](NO_3)_3$

$[Cr(NH_3)_6](NO_3^-)_3$

$[Cr^X(NH^\circ_3)_6]^{+3}(NO_3)_3^{-3}$

2016	2013
تمهيدي	دور اول

$X + (0 \times 6) = +3$

$X = +3 \Longrightarrow Cr^{+3}$

التكافؤ الاولي (عدد التأكسد) = +3

التكافؤ الثانوي = 6

تمرين (2 – 5) كم هو التكافؤ الاولي والتكافؤ الثانوي للحديد في المركب $K_3[Fe(CN)_6]$ ؟

$K_3[Fe(CN)_6]$

$K_3^{+3}[Fe(CN^-)_6]^{-3}$

K^+

CN^-

$X + (-X6) = -3$

$X = -3 + 6 \qquad X = +3 \qquad Fe^{+3}$

التكافؤ الاولي (عدد التأكسد) = +3

التكافؤ الثانوي (عدد التناسق) = 6

س // جد التكافؤ الاولي والثانوي لما يأتي :

واجب

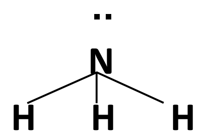
1) $[Cu(NH_3)_4]^{+2}$ 2) $Ca_2[Ni(CN)_4]$

حوامض و قواعد لويس

حامض لويس : هي المادة التي تحتوي على اوربيتال فارغ يمكنه استقبال زوج الكتروني حر مكوناً اصرة تناسقية .

قاعدة لويس : هي المادة التي تحتوي على زوج الكتروني حر قابل للتأخر مكوناً اصرة تناسقية .

مثال // تعتبر الامونيا NH_3 قاعدة لويس لأحتوائها على زوج الكتروني حر



كذلك H_2O و Cl^- و يمكن تصنيفها كـ (ليكندات)

بينما الذرة المركزيز مثل Ag او Fe تعتبر حوامض لويس لأحتوائها على اوربيتالات فارغة

و عندما تتحد الذرة المركزية (حامض لويس) مع الليكند (قاعدة لويس) بواسطة اصرة تناسقية يتكون

يتكون الايون المعقد

$$Cu^{+2} + 4NH_3 \longrightarrow [H_3N{:}\overset{NH_3}{\underset{NH_3}{Cu}}{:}NH_3]^{+2}$$

حامض لويس الذرة المركزية	قاعدة لويس الليكند

تمرين 3// تعتبر الليكندات قواعد لويس و الذرة المركزية حامض لويس ؟ اذكر مثال يوضح ذلك .

الحل // يعتبر الليكند قاعدة لويس لأنه يحتوي على زوج الكتروني حر قابل للتأصر مثل NH_3 او H_2O بينما تعتبر الذرة المركزية حامض لويس لأحتوائها على اوربيتالات فارغة يمكنها استقبال زوج الكتروني او اكثر من Ag او Cu

$$Ag^+ + 2H-\ddot{N}(H)-H \longrightarrow [\,H_3N : Ag : NH_3\,]$$

تمرين 5// ما الفرق بين تكافؤ المركبات البسيطة و المعقدات التناسقية ؟

الحل// في المركبات البسيطة الذرة المركزية لديها تكافؤ واحد يدعى عدد التأكسد يكون موجب او سالب او متعادل اما في المركبات المعقدة الذرة المركزية لها نوعين من التكافؤ اولي يدعى عدد التأكسد و ثانوي يدعى عدد التناسق الاولي يشبع بايونات سالبة و الثانوي يشبع بايونات سالبة او جزيئات متعادلة .

تمرين 6// المعقدات التناسقية المتعادلة لا تتأين في الماء ، لماذا ؟

الحل // لأنها لا تحمل شحنة موجبة او سالبة (غير قطبية) لذلك لا تتأين في الماء .

تمرين 7// ما الفرق بين ايونات الكلور الموجودة في المعقد $[Co(NH_3)_5Cl]Cl_2$ من حيث قابليتها على التأين مع تفسير ذلك .

الحل // ايون الكلوريد الموجود داخل مجال التناسق لا يمكن ترسيبه بإضافة عوامل الترسيب لانه لايتأين بينما ايون الكلوريد يمكن ترسيبهما بإضافة عامل مرسب لأنها قابلة للتأين بسبب وجودها خارج مجال التناسق

$$[Co(NH_3)_5C]Cl_2 \longrightarrow [Co(NH_3)_5Cl]^{+2} + 2Cl^-$$

$$2Cl^- + 2Ag^+ \longrightarrow \underset{\text{راسب}}{2AgCl}$$

تسمية المركبات التناسقية

تقسم الليگاندات الى

الليگاندات السالبة		الليگاندات المتعادلة	
رمزه	أسم الليگند	رمزه	أسم الليگند
Cl^-	كلورو	H_2O	أكوا
Br^-	برومو	NH_3	آمين
I^-	يودو	CO	كاربونيل
CN^-	سيانو	NO	نايتروزيل
N_3^-	آزيدو	CH_3NH_2	مثيل آمين
SCN^-	ثايو سياناتو	C_5H_5N	بيردين
CH_3COO^-	خلاتو	(en)	أثلين ثنائي آمين
NO_2^-	نتريتو	C_2H_4	أثيلين
NO_3^-	نتراتو	$\{(NH_2)_2CO$	اليوريا
dmg^-	ثنائي مثيل كلايو كزيماتو		
CO_3^{-2}	كاربونيتو		
$C_2O_4^{-2}$	أوكزالاتو		

1) القاعدة العامة لتسمية الأيون المعقد (التناسقي)

(عدد الليگاندات , أسم الليگند , أسم الأيون المركزي , تكافؤه الأولي)

$[Ag(NH_3)_2]^{+1}$ X = +1

ايون ثنائي امين الفضة I

$[Fe(CO)_5]$ X = 0

خماسي كاربونيل حديد (0)

Ă اذا كان مجال التناسق سالب الشحنة فيضاف المقطع (ات) الى الايون المركزي

مثال (نيكل) ⟵ نيكلات) , (حديد ⟵ فيرات)

$[Ni^{+2}Cl_4]^{-2}$ X + (-1 x 4) = -2 ⟹ X = +2

ايون رباعي كلورونيكلات (II)

$[Fe^{+3}(CN)_6]^{-3}$ X + (-1 x 6) = -3 ⟹ X = +3

ايون سداسي سيانوفيرات (III)

ب // اذا كان هناك اكثر من ليگند فتسمى حسب الحروف الابجدية الانكليزية .

$[Cr^{+3}(H_2O)_4Cl_2]^{+}$ X + (0 x 4) + (-1 x 2) = + ⟹ X = +3

ايون رباعي اكوا ثنائي كلوروالكروم (III)

$[Fe^{+2}(H_2O)_5NO]^{2+}$ X + (0 x 5) + (0) = 2+ ⟹ X = +2

ايون خماسي اكوا نايتروسيل حديد (II)

ج // اذا كان الليگند معقد مثل (en , dmg , EDTA , اليوريا) فتستبدل البادئات ثنائي (بس) , ثلاثي (تريس)

$[Ni^{+2}(dmg)_2]$ X + (-1 x 2) = 0 ⟹ X = +2

بس (ثنائي مثيل كلايو كسيماتو) نيكل (II)

$[Ni^{2+}(en)_3]^{2+}$ X + (0 x 3) = 2+ ⟹ X = 2^{+}

آيون تريس (اثيلين ثنائي امين) نيكل (II)

مهدي الحسناوي

2) تسمية المركب التناسقي كاملاً

{ المركب التناسقي يكون على شكلين } :-

1) [ايون معقد موجب]$^+$ ايون سالب$^-$ 2) ايون$^+$ موجب [ايون معقد سالب]$^-$

[ ]$^+$ A^- B^+ [ ]$^-$

ودائماً يسمى الجزء السالب ثم الجزء الموجب مثل المركبات الكيميائية الاعتيادية

Na^+Cl^-
كلوريد الصوديوم

$[Fe^{+2}(H_2O)_6]^{+2}SO_4^{-2}$
كبريتات سداسي اكوا الحديد (II)
وزاري 2013 دور ثالث

$Ca_2^{+4}[Fe^{+2}(CN)_6]^{-4}$
سداسي سيانو فيرات (II) الكالسيوم
وزاري 2013 دور ثاني، 2015 تمهيدي

$[Cr(H_2O)_4Cl_2]Cl$
كلوريد رباعي اكوا ثنائي كلورو الكروم (III)
وزاري 2014 دور ثاني، 2013 دور اول

$[Co(en)_2Cl_2]_2SO_4$
كبريتات ثنائي كلورو بس (اثيلين ثنائي امين) الكوبلت (III)

$[Ni(CO)_4]$
رباعي كاربونيل نيكل (0)

$[Ni(dmg)_2]$
بس (ثنائي مثيل كلايو كسيماتو) نيكل (II)

$[Co(NH_3)_5Cl]Cl_2$
كلوريد خماسي امين كلورو كوبلت (III)

$[Co(NH_3)_6]Cl_3$
كلوريد سداسي امين الكوبلت (III)

تمرين (5 – 8)

سم المعقدات التناسقية الانية

1)$[Co^{+3} (NH_3)_5H_2O]^{+3}Cl_3^{-3}$

$X + (0 * 5) + (0) = +3$

$X = +3$

كلوريد اكوا خماسي امين الكوبلت (III)

2)$Na^+ [Co(NH_3)_4 Cl_2]^-$

$X + (0 * 4) + (-1 * 2) = -$

$X = +1$

رباعي امين ثنائي كلورو كوبلتات I الصوديوم

3)$K_2^{+2} [Pt^{+4}Cl_6]^{-2}$

$X + (-1 * 6) = -2$

$X = +4$

سداسي كلورو بلاتينات (IV) البوتاسيوم

4)$[Cr^{+3}(NH_3)_6]^{+3} (NO_3)_3^{-3}$

$X + (0 * 6) = +3$

$X = +3$

نترات سداسي امين الكروم (III)

5)$[Cu^{+2}(en)_2]^{+2}Cl_2^{-2}$

$X + (0 * 2) = +2$

$X = +2$

كلوريد بس اثلين ثنائي امين النحاس II

6)$(NH_4)_2^{+2} [Cr^{+4} (NCS)_6]^{-2}$

$X + (-1 * 6) = -2$

$X = +4$

سداسي ثايو سياناتو كروم (IV) الامونيوم

ملاحظة // اذا اعطى في السؤال اسم مركب تناسقي وطلب كتابة الصيغة .
فتكتب الصيغة كاملة مع وضع عدد التأكسد للأيون المركزي لضبط الصيغة.

مثال // نترات تريس (اثلين ثنائي امين) كوبلت (III)

$[Co^{3+} (en^0)_3]^{3+} NO_3^{-1}$ X 3

$[Co^{3+} (en)_3]^{3+} (NO_3)_3^{-3}$

$[Co (en)_3] (NO_3)_3$

مثال // كبريتات ثنائي كلورو بس (اثلين ثنائي امين) الكوبلت

$^{(III)}[Co^{3+} (en^{+0})_2 \ ^{+}Cl_2^{-2} \ ^{=}] ^{+1}$ SO_4^{-2}

ولموازنة المركب نضرب المعقد X 2

$[Co (en)_2 Cl_2]_2 SO_4$

س // اكتب الصيغ التركيبية للمركبات التالية ؟

1) ايون سداسي امين الكوبلت III
2) سداسي سيانو فيرات (III) الصوديوم
3) نترات رباعي كاربونيل نيكل (II)

انواع الليكندات

1) ليگاندات احادية المخلب // وهي ليگاندات تحوي على ذرة واحدة قابلة للأرتباط بالايون المركزي وتكوين الاصرة التناسقية مثل (CO , H_2O , NH_3 , CN^- , NO , N , CH_3NH_2 , CH_3COO^- , Cl^- , Br^- , F^- , I^-) والليگندات احادية المخلب تمنح مزدوج الكتروني واحد (2e) .

2) ليگاندات ثنائية المخلب// وهي الليگاندات التي ترتبط بالايون المركزي عبر ذرتين قابلة للارتباط(مركبات حلقية) مثل (NO_3^- , $C_2O_4^{-2}$, NH_2NH_2 , CO_3^{-2} , (en) , $CH_3COOH_2CoCH_2$, dmg) الليگندات ثنائية المخلب تمنح مزدوجين الكترونين (4e)

3) ليگاندات متعددة المخلب // وهي الليگاندات التي ترتبط بالايون المركزي عبر اكثر من ذرة (ثلاث او اربع او اكثر) . مثل (EDTA) . ايثلين ثنائي امين رباعي حامض الخليك .

4) الليگاندات الكليتية // هي الليگاندات التي ترتبط في موقعين او اكثر مع الفلز المركزي .

تمرين 4// لماذا يوجد ليكندات أحادية المخلب و أخرى ثنائية المخلب ؟

الحل // عندما يهب الليكند مزودجاً واحداً من الالكترونات يعتبر احادي المخلب و عندما يهب مزدوجين اثنين يعتبر ثنائي المخلب و عندما يهب اكثر من مزدوج الكتروني يعتبر متعدد المخلب .

نظريات التأصر فى المركبات التناسقية

1) نظرية اصرة التكافؤ (VBT) .
2) نظرية المجال البلوري (CFT) .
3) نظرية الاوربتال الجزيئي (MOT) .

نظرية اصرة التكافؤ (V B T)

يمكن من خلال هذه النظرية معرفة تهجين المركب التناسقي وشكله الهندسي وصفته المغناطيسية وحساب الزخم الزاوي له من العلاقة $M = [e (e + 2)]^{1/2}$

حيث M يمثل الزخم الزاوي

e يمثل عدد الالكترونات المنفردة

(وحدة قياس الزخم الزاوي B . M)

(1) اذا كان العدد التناسقي [2]

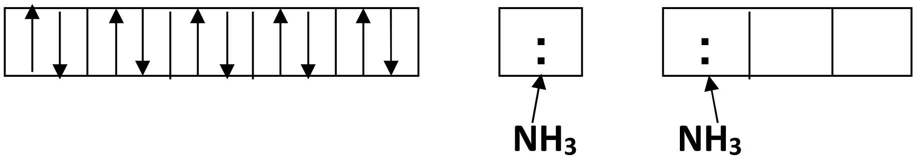
س // اعتماداً على نظرية (VBT) ماهو عدد الالكترونات المنفردة وقيمة الزخم الزاوي ونوع التهجين والشكل الهندسي للمعقدات الاتية ؟

1) $[Ag(NH_3)_2]^+$ Ag = 47

$Ag^x + (NH_3)^0 \times 2 = +1$ X = +1 (تأكسد الفضة)

$Ag\ [Kr]_{36}$ $4d^{10}$ $5s^1$ $5p^0$

$Ag^{+1}\ [Kr]_{36}$ $4d^{10}$ $5s^0$ $5p^0$



لا توجد الكترونات مفردة لذلك يعتبر دايا مغناطيسي والزخم الزاوي = صفر

H_3N ——— Ag ——— NH_3

(خط مستقيم)

نوع التهجين SP^1 و الشكل خط مستقيم

2) $[Cu(CN)_2]^-$

$Cu^x + CN^{-1} \times 2 = -1$

$X + -2 = -1$

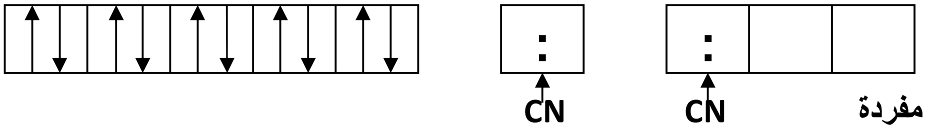
$\therefore X = +1$

$_{29}Cu\ [Ar]_{18}$ $3d^9$ $4S^2$ $4P^0$

CN ——— Cu ——— CN

$_{29}Cu^{+1}\ [Ar]_{18}$ $3d^{10}$ $4S^0$ $4P^0$ Sp^1 التهجين.:.

الشكل خط مستقيم



الزخم الزاوي = صفر

لعدم وجود الكترونات مفردة

دايا مغناطيسي لعدم وجود الكترونات مفردة

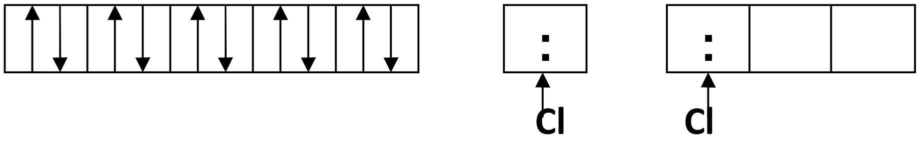
3) $[Au(Cl)_2]^-$ $Au^x + Cl^{-1} \times 2 = -1$ ⟹ X = +1

$_{79}Au\ [Xe]_{54}$ $4F^{14}$ $5d^{10}$ $6S^1$ $6P^\circ$

$_{79}Au\ [Xe]_{54}$ $4F^{14}$ $5d^{10}$ $6S^\circ$ $6P^\circ$

sp^1 التهجين .:.

5d 6S 6P



الشكل خط مستقيم

خط مستقيم

الزخم الزاوي = صفر

Cl —— Au —— Cl

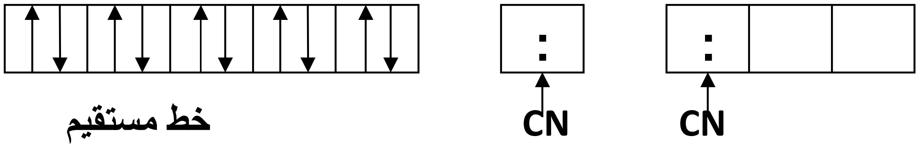
دايا مغناطيسي لعدم وجود الكترونات مفردة

4) $[Ag(CN)_2]^-$ $Ag^x + CN^{-1} \times 2 = -1 \Longrightarrow X = +1$

$_{47}Ag\ [Kr]_{36}\quad 4d^{10}\quad 5S^1\quad 5P^0$ SP^1 التهجين.:.

الشكل خط مستقيم

$_{47}Ag^+\ [Kr]_{36}\quad 4d^{10}\quad 5S^0\quad 5P$ الزخم الزاوي = صفر



خط مستقيم

دايا مغناطيسي لعدم وجود الكترونات مفردة

CN——— Ag——— CN

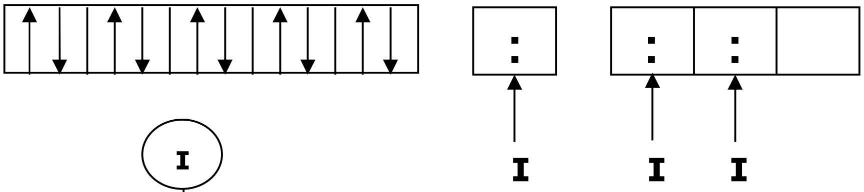
(2) اذا كان العدد التناسقى [3]

س // اعتماداً على نظرية (VBT) ما هو عدد الالكترونات الحرة وقيمة الزخم الزاوي ونوع التهجين والشكل الهندسي للمعقدات الاتية :-

1) $[Hg I_3]^{-1}$ $Hg^x + 3I^- = -1 \Longrightarrow X = +2$

$_{80}Hg\ [Xe]_{54}\quad 4F^{14}\quad 5d^{10}\quad 6S^2$

$_{80}Hg^{+2}\ [Xe]^{54}\quad 4F^{14}\quad 5d^{10}\quad 6S^0\quad 6P^0$



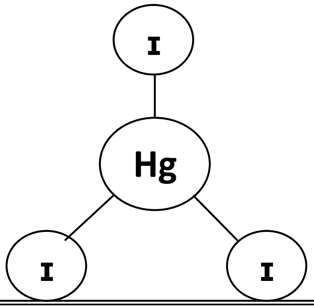
sP^2 التهجين

الشكل مثلث مستوي

الزخم الزاوي = صفر

دايا مغناطيسي

(لعدم وجود الكترونات مفردة)



(3) إذا كان العدد التناسقى [4]

ملاحظة // 1) اذا كان المستوى الثانوي 3d فيجب معرفة الليگندات القوية (الضاغطة) والضعيفة غير ضاغطة

- جميع الليگندات السالبة ضعيفة ماعدا :- CN^- , dmg^- قوية
- جميع الليگندات المتعادلة قوية ماعدا :- H_2O ضعيف

2) اذا كان المستوى الثانوي 4d او 5d فتكون جميع الليگندات قوية (ضاغطة) .

س // اعتماداً على نظرية اصرة التكافؤ (VBT) ماهو عدد الالكترونات المفردة وماهو الزخم الزاوي والصفة المغناطيسية ونوع التهجين والشكل الهندسي للمعقدات التالية ؟

1) $[NiCl_4]^{-2}$

$Ni^x + Cl^{-1} \times 4 = -2$

$X = +2$

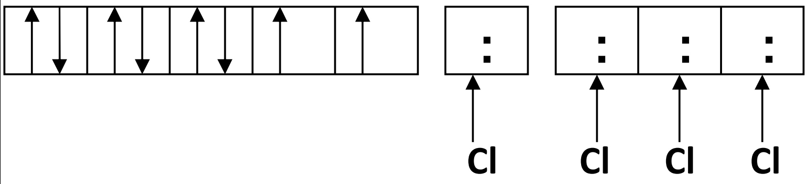
(Cl ليگاند غير ضاغط)

$_{28}Ni\ [Ar]_{18}\quad 3d^8\quad 4S^2\quad 4P^0$

$_{28}Ni^{+2}\ [Ar]_{18}\quad 3d^8\quad 4S^0\quad 4P^0$

التهجين Sp^3

الشكل رباعي الأوجه منتظم



بارا مغناطيسية (لوجود الكترونات مفردة)

عدد الالكترونات المفردة = 2

∴ $M = [\,e\,(e + 2)\,]^{1/2}$ (الزخم الزاوي)

$M = [\,2\,(2 + 2)\,]^{1/2}$

$M = [8]^{1/2} = 2.82$ BM

2) $[Ni(CN)_4]^{-2}$

$Ni^x + CN^{-1} \times 4 = -2$ ∴ $X = +2$

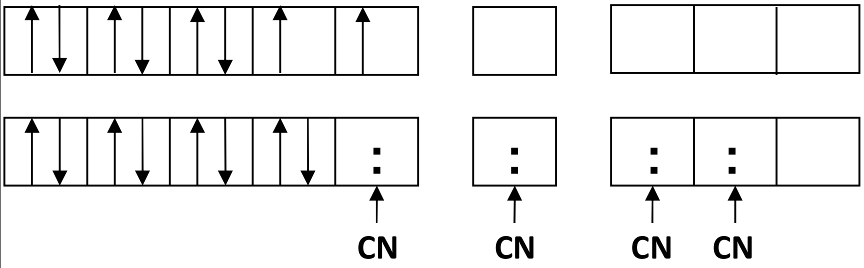
$_{28}Ni\ [Ar]_{18}\quad 3d^8\quad 4S^2\quad 4P^0$

$_{28}Ni^{+2}\ [Ar]\quad 3d^8\quad 4S^0\quad 4P^0$

(CN^- ليگاند ضاغط)

لذا تنضغط الالكترونات

في الغلاف d



∴ نوع التهجين dSP^2

الشكل مربع مستوي

الزخم الزاوي = صفر

دايا مغناطيسي

3) $[PtCl_4]^{-2}$

$Pt^x + Cl^- \times 4 = -2$ $X = +2$

$_{78}Pt\ [Xe]_{54}\quad 4F^{14}\quad 5d^8\quad 6S^2\quad 6P^0$

$_{78}Pt^{+2}\ [Xe]^{54}\quad 4F^{14}\quad 5d^8\quad 6S^0\quad 6P^0$

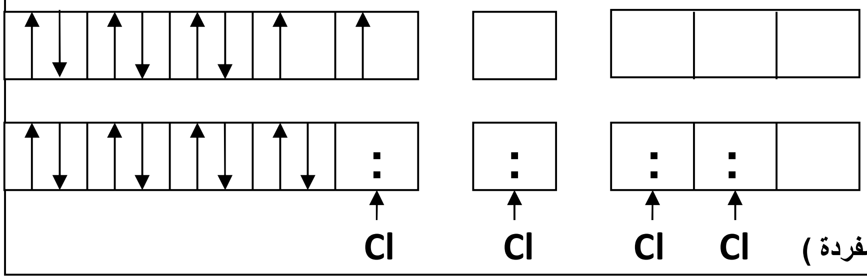
∴المستوى 5d

∴الليگاند ضاغط

∴ التهجين dsp^2

الشكل مربع مستوي

الزخم الزاوي = صفر

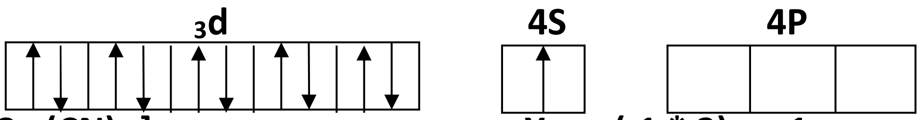


دايا مغناطيسي (لعدم وجود الكترونات مفردة)

تمرين(5 – 9) أعتماداً على VBT بين توزيع الكترونات الفلز والالكترونات الآتية من الليكندات للمعقد $[\,Cu\,(\,CN\,)_2\,]^-$

$_{29}Cu\ [Ar]_{18}$ $3d^9$ $4S^2$ $4P^0$

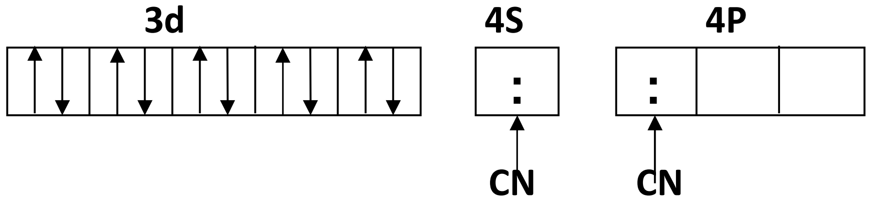
$_{29}Cu\ [Ar]_{18}$ $3d^{10}$ $4S^1$ $4P^0$



$[\,Cu\,(CN)_2\,]^-$ $X = +\,(-1 * 2) = -1$

$X = +1$

$_{29}Cu^+\ [Ar]_{18}$ $3d^{10}$ $4S^0$ $4P^0$



تمرين (5 – 10) لماذا المعقد $[\,NiCl_4\,]^{2-}$ بارا مغناطيسي بينما المعقد $[\,PtCl_4\,]^{2-}$ دايا مغناطيسي ؟ وضح ذلك وفق نضرية اصرة التكافؤ ؟

الحل //

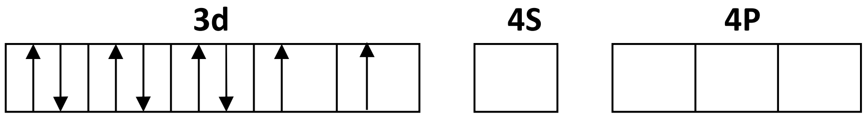
$[\,NiCl_4\,]^{2-}$ $X + (-1 * 4) = 2-$ ⟹ $X = 2+$

$Ni\ [Ar]_{18}$ $3d^8$ $4S^2$ $4P^0$

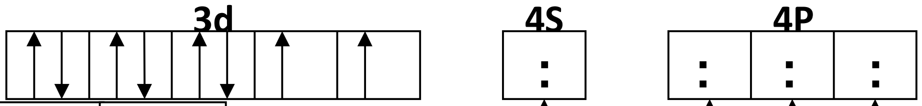
$Ni^{2+}\ [Ar]_{18}$ $3d^8$ $4S^0$ $4P^0$

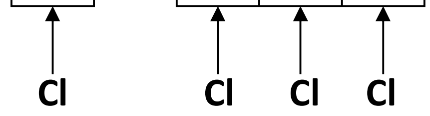
المستوى 3d

(Cl ليكند غير ضاغط)



$[\,NiCl_4\,]^{2-}$





2013 دور اول	2013 دور ثاني	2015 تمهيدي
2016 دور اول	2014 تمهيدي	

وزاري

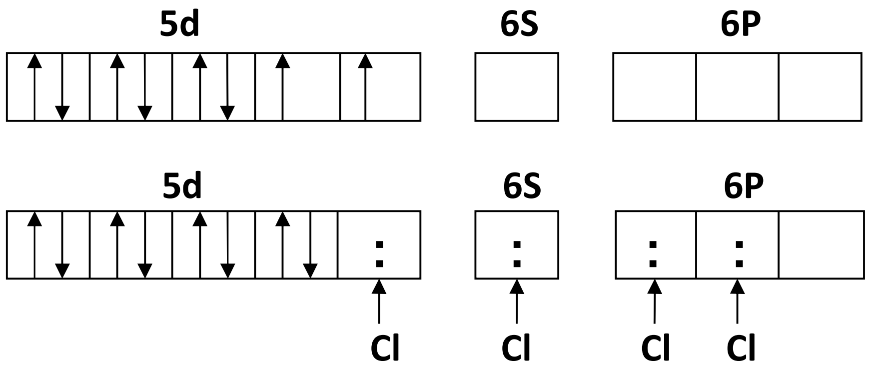
الصفة المغناطيسية بارا مغناطيسي لوجود الكترونين مفردين في غلاف d

$[PtCl_4]^{2-}$ $X + (-1 * 4) = 2-$ $x = 2+$

$_{78}Pt\ [Xe]_{54}$ $5d^8$ $6S^2$ $6P^0$

$Pt\ [Xe]_{54}$ $5d^8$ $6S^0$ $6P^0$

المستوى 5d
تنضغط الالكترونات
بغض النظر عند الليگند



الصفة المغناطيسية
دايا مغناطيسي (لعدم وجود الكترونات منفردة)

تمرين (5 – 11)

أعتماداً على نظرية أصرة التكافؤ (VBT) ما نوع التهجين و الشكل الهندسي و الصفة المغناطيسية للمعقدين $[PdCl_4]^{2-}$ $[Co(H_2O)_4]^{2+}$ ثم أحسب M لكل منها ؟

الحل //

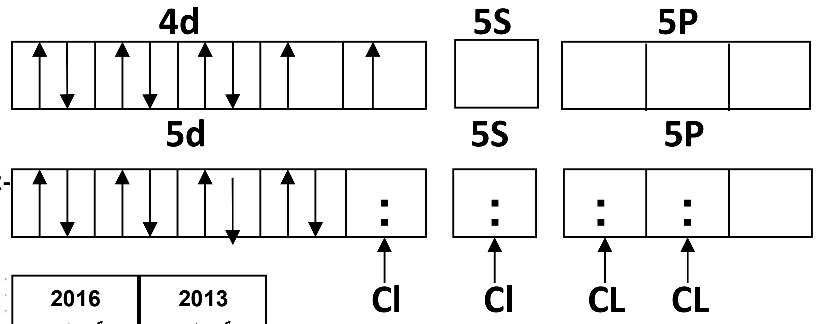
$[PdCl_4]^{2-}$ $X + (-1 * 4) = 2^-$ ⟹ $X = +2$

$_{46}Pd\ [Kr]_{36}$ $4d^8$ $5S^2$ $5P^0$

$Pd^{2+}\ [Kr]_{36}$ $4d^8$ $5S^0$ $5P^0$

تنضغط الالكترونات
في المستوى 4d

$[PdCl_4]^{2-}$



2016 تمهيدي	2013 تمهيدي
2014 دور ثاني	

وزاري

التهجين dsp^2
الشكل مربع مستوي
الصفة المغناطيسية دايا مغناطيسي
(لعدم وجود الكترونات منفردة)

M = OB . M

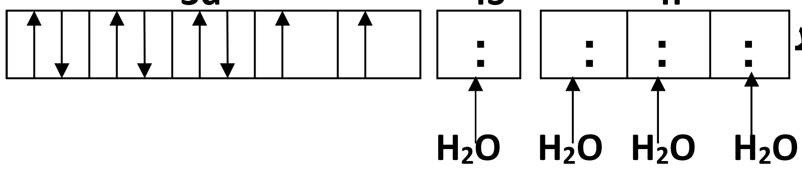
$[Co(H_2O)_4]^{2+}$ $X + (0 * 4) = 2^{+}$ ⟹ $X = 2+$

$_{27}Co\ [Ar]_{18}$ $3d^7$ $4S^2$ $4P^0$

$3d^7$ $4S^0$ $4P^0$

المستوى 3d والليگند غير ضاغط

3d 4S 4P



2014
دور اول

التهجين sP^3

الشكل رباعي الاوجه منتظم

الصفة المغناطيسية بارا مغناطيسي (لوجود ثلاث الكترونات منفردة)

$\mu = [e\,(e + 2)]^{1/2} = [3\,(3 + 2)]^{1/2} = (15)^{1/2}$

$\mu = 3.87$ B . M

مثال (5 – 5)

لنفرض ان للكوبلت (II) المعقد $[Co(L)_4]^{2+}$ حيث ان (L) يمثل ليگند احادي المخلب . اكتب تهجين هذا المعقد ؟

$[Co(L)_4]^{2+}$

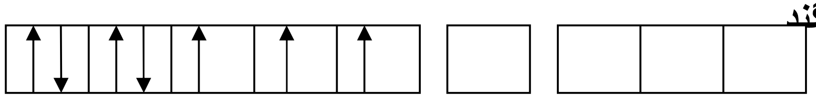
بما ان الكوبلت II

∴ $X = 2+$

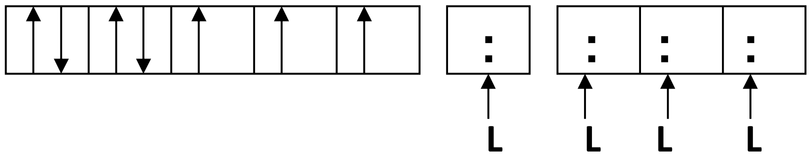
$_{27}Co\ [Ar]_{18}$ $3d^7$ $4S^2$ $4P^0$

$_{27}Co^{2+}\ [Ar]_{18}$ $3d^7$ $4S^0$ $4P^0$

في المستوى 3d يتأثر نوع التهجين بنوع الليگند فأذا كان الليگند غير ضاغط يكون الحل التهجين SP^3

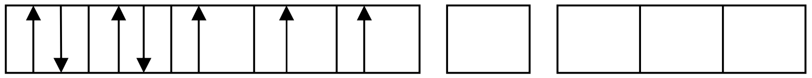


$[Co(L)_4]^{2+}$ 3d 4S 4P



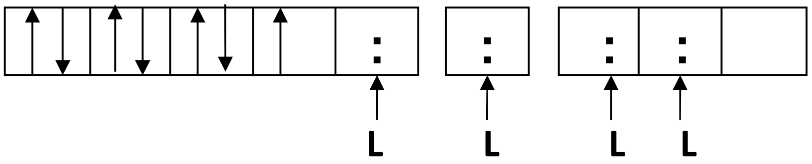
اما اذا كان الليگند ضاغط فتنضغط الالكترونات ويصبح نوع التهجين dsp^2

$Co^{2+}\ [Ar]_{18}$ $3d^7$ $4S^0$ $4P^0$



3d 4S 4P

$[Co(L)_4]^{2+}$



س /
لنفرض ان للكوبلت (II) المعقد $[Co(L)_4]^{2+}$ حيث ان (L) يمثل ليگند احادي المخلب وقيمة
$\mu = 3.87$ B . M اكتب تهجين هذا المركب ؟

س /
لنفرض ان للكوبلت (II) المعقد $[Co(L)_4]^{2+}$ حيث ان (L) يمثل ليگند احادي المخلب وقيمة
$\mu = 1.78$ B . M اكتب تهجين هذا المركب ؟

س // للايون المعقد الاتي ($[MnCl_4]^{-2}$)
بين كل مما يأتي :-
1) اسم الايون 2) التكافؤ الاولي والتكافؤ الثانوي 3) نوع الليگند 4) صفته المغناطيسية
5)الزخم الزاوي له 6) نوع التهجين 7) الشكل الهندسي .

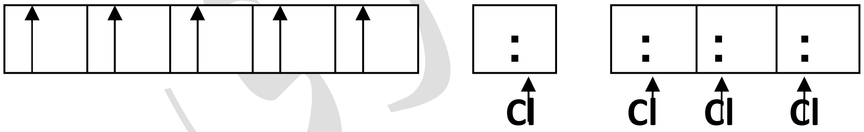
$[MnCl_4]^{-2}$
ايون رباعي كلورو منغنات II

$Mn^x + Cl^{-1} \times 4 = -2 \Rightarrow X + (-4) = -2 \Rightarrow X = +2$

(التكافؤ الاولي) عدد التأكسد = +2
(التكافؤ الثانوي) عدد التناسق = 4
3) Cl (ليگند احادي المخلب) غير ضاغط

$_{25}Mn\ [Ar]_{18}\quad 3d^5\quad 4S^2\quad 4P^0$
$_{25}Mn^{+2}\ [Ar]_{18}\quad 3d^5\quad 4S^0\quad 4P^0$

التهجين SP^3
الشكل رباعي الاوجه منتظم



الصفة المغناطيسية (بارا مغناطيسي)
عدد الالكترونات المنفردة = 5
الزخم الزاوي

$\mu = [e(e + 2)]^{1/2}$
$= [5(5 + 2)]^{1/2}$
$= [35]^{1/2} = 5.9$ B.M

مهدي الحسناوي

تعاليل الفصل الخامس

1) EDTA ليكند سداسي السن . علل ؟

ج // لأحتوائه على ست ذرات قادرة على الأرتباط التناسقي .

2) بعض المركبات التناسقية لا تذوب في الماء . علل ؟

ج // لأنها مركبات متعادلة لاتحمل شحنة .

3) المركب $[Ni(dmg)_2]$ لا يذوب في الماء . علل ؟

ج // لأنه معقد متعادل لايحمل شحنة .

4) (en) ليكند ثنائي المخلب . علل ؟

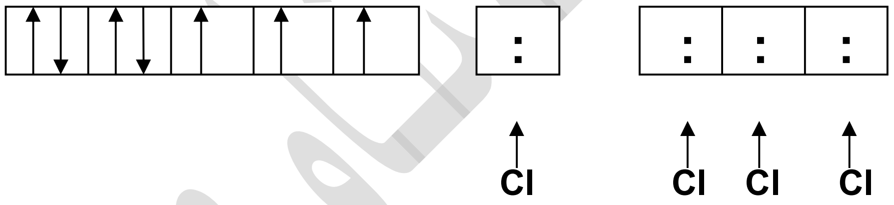
ج // لأنه يحتوي على ذرتين مانحتين قابلة على الأرتباط التناسقي .

5) المركب $[CoCl_4]^{-2}$ بارا مغناطيسي . علل ؟ (Co = 27)

$[CoCl_4]^{-2}$ $X + (-1 * 4) = -2$ $X = +2$

${}_{27}Co[Ar]_{18}$ $3d^7$ $4S^2$ $4P^0$

${}_{27}Co^{2+}[Ar]_{18}$ $3d^7$ $4S^0$ $4P^0$



المركب بارا مغناطيسي لوجود ثلاث ألكترونات مفردة .

6) عناصر السلسلتين الأنتقاليتين الثانية والثالثة رباعية التناسق تكون ذات أشكال هندسية من نوع مربع مستوي (تهجين dsp^2) بغض النظر عن نوع الليكند سواء كان ظاغطاً أم غير ظاغط . علل ؟

ج // بسبب كبر حجم الأيونات في السلسلة الأنتقالية الثانية و الثالثة مقارنة بحجم الأيونات في السلسلة الأنتقالية الأولى .

فراغات مهمة

1) .... هو مركب اضافة مستقر يعطي عند اذابته كافة الأيونات المكونة له بينما ، .... هو مركب اضافة مستقر لاتعطي عند اذابته في الماء كافة الأيونات المكونة له .

2) تتشبع التكافؤات الأولية بـ .... ، بينما تتشبع التكافؤات الثانوية بـ ....

3) صنفت الليكندات المعروفة حسب .... الى .... و ....

4) .... هو ليكند سداسي السن بينما ، (en) هو ليكند .... و أسمه هو ......

5) ترتبط الليكندات ثنائية المخلب بالأيون المركزي عبر ذرتين .... مكونة مركبات ....

6) يسمى المعقد الذي لايحمل شحنة بالمعقد .... و هو .... في الماء .

7) تكمن أهمية قاعدة العدد الذري الفعال في .... الفلزية .

8) من المركبات المعقدة المهمة في حياتنا هي .... و .... و ....

9) يعد المركب .... هو البداية الحقيقية للكيمياء التناسقية .

10) يتكون المركب التناسقي من تفاعل .... مع ....تتكون آصرة تناسقية .

11) يرتبط المعقد التناسقي بآصرة تناسقية و يكون الليكند هو .... و الأيون المركزي هو ....

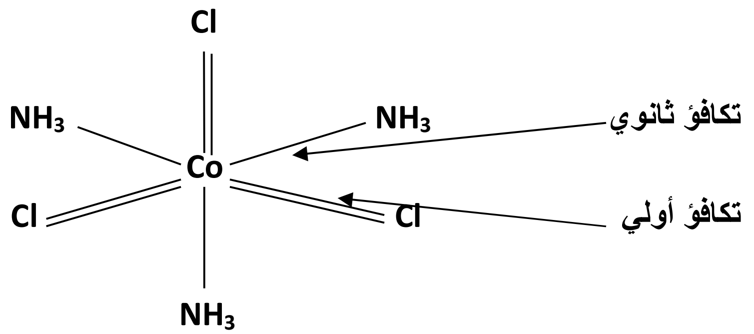
12) يحوي الليكند الأحادي المخلب على ذرة واحدة قابلة للأرتباط بالأيون المركزي و تدعى بـ.............

13) يدعى المجال الخارجي للمعقد التناسقي بـ ....

زورونا على مواقع التواصل الاجتماعي رحلة التفوق في السادس

س // مثل المركب [$Co(NH_3)_3Cl_3$] حسب نظرية فرنر ؟

الحل //



المفاهيم الأساسية

الملح المزدوج و المركب التناسقي:- عند مزج محلولي ملحين بسيطين بنسبة مولية بسيطة تحصل على نوعين من مركبات الإضافة هما الملح المزدوج (Doble Salt) و المركب التناسقي (Coordination Compound) و الملح المزدوج هو مركب إضافة مستقر يعطي عند اذابته في الماء كافة الايونات المكونة له بحيث يحتفظ كل ايون بصفاته المستقلة . اما المركب التناسقي فهو ايضاً مركب إضافة مستقر لكنه لا يعطي كافة الايونات المكونة له عند ذوبانه في الماء ، أي ان الصفات المستقلة لقسم من الايونات المكونة له سوف تختفي .

نظرية فرنر Werner's Theory:- و هي النظرية التي تفسر تكون المركبات التناسقية بافتراض ان اكثر العناصر تمتلك نوعين من التكافؤ ، تكافؤ اولي يعرف بحالة التأكسد و تكافؤ ثانوي يعرف بعدد التناسق ، و يحاول كل عنصر عند اشتراكه في تكوين مركب تناسقي اشباع كلا التكافئين حيث تتشبع التكافؤات الأولية بأيونات سالبة ام التكافؤات الثانوية فتتشبع بأيونات سالبة او جزيئات متعادلة .

الليكند Ligand :- جزيء او ايون سالب الشحنة يرتبط بالأيون المركزي من خلال ذرة مانحة واحدة او اكثر من المزدوجات الألكترونية و عندما يهب الليكند مزدوجاً واحداً من الالكترونات فأنه يدعى احادي المخلب (monodentate) و عندما يهب زوجين من الالكترونات يدعى ثنائي المخلب (bidenatet) و عندما يهب اكثر من زوجين من الألكترونات يدعى متعدد المخلب (multidenatetv) .

نظرية اصرة التكافؤ (Valence Bond Theory (VBT)) :-

تعد هذه النظرية تكوين المركبات التناسقية تفاعلاً بين حامض لويس (الفلز) و قاعدة لويس (الليكند) مع تكوين اصرة تناسقية بينهما . و هي ذات علاقة وثيقة بالتهجين و الشكل الهندسي للمعقدات و تمثل في هذه النظرية اوربيتالات الفلز بمربعات (او في بعض الأحيان دوائر) لبيان توزيع الكترونات الغلاف الخارجي للفلز و الألكترونات الأتية من الليكندات .

الأعداد التناسقية و الأشكال الهندسية :-

ان للعدد التناسقي (عدد الليكندات التي ترتبط بالأيون المركزي بأواصر تناسقية مضروبة في عدد المخالب) علاقة بالشكل الهندسي المتوقع للمعقد التناسقي فاذا كان العدد التناسقي يساوي 2 فان الشكل الهندسي المتوقع يكون ذو تركيب خطي اما اذا العدد التناسقي يساوي 3 فان الشكل الهندسي المتوقع يكون مثلث مستوي (Trigo – nal Planer) و اذا كان العدد التناسقي يساوي 4 فان الشكل الهندسي المتوقع يكون اما بشكل رباعي الأوجه منتظم (Tetrachedral) او مربع مستوي (Square Planer) .

حل أسئلة الفصل الخامس

س 1 // اكتب الصيغ التركيبية للمركبات التناسقية الاتية :

أ) نترات ترس (اثيلين ثنائي امين) كوبلت(III)

$[Co(en)_3](NO_3)_3$

ب) سداسي سيانو نيكلات (0) بوتاسيوم

$K_6[Ni(CN)_6]$

ج) رباعي سيانو نيكلات (II) صوديوم

$Na_2[Ni(CN)_4]$

د) رباعي كلورو نيكلات (II) بوتاسيوم

$K_2[NiCl_4]$

ه) رباعي كلورو منغنات (II) بوتاسيوم

$K_2[MnCl_4]$

و) كلوريد سداسي اكواتيتانيوم (III)

$[Ti(H_2O)_6]Cl_3$

ز) رباعي كاربونيل نيكل (0)

$[Ni(CO)_4]$

ح) ايون (اثيلين ثنائي امين) رباعي يودوكرومات(III)

$[Cr(en)I_4]^-$

ط) ايون رباعي كاربونيل كوبلتات (-1)

$[Co(CO)_4]^-$

ي) ايون رباعي امين نحاس (II)

$[Cu(NH_3)_4]^{2+}$

س 2 // ما الذي يميز العناصر الأنتقالية عن العناصر الممثلة ؟

ج// 1) لها أوربيتالات d أو مملوءة جزئياً لذلك تتصف العديد من مركباتها بالصفات البارامغناطيسية .

2) لها حالات تأكسد متعددة .

3) العديد من مركباتها ملونة .

4) لها ميل كبير لتكوين أيونات أو مركبات معقدة .

س 3 // ماهو الفرق بين الأملاح المزدوجة و المركبات المعقدة ؟

ج // ان الفرق بين الاملاح المزدوجة والمركبات المعقدة هي :

ان الملح المزدوج هو مركب اضافة يعطي عند اذابته في الماء الايونات المكونة له كافة , اي يحتفظ كل ايون بصفاته المستقلة . مثل ملح مور حيث يعطي ايونات Fe^{2+} و NH_4^+ و So_4^{2-} عند اذابته بالماء .

اما المركب التناسقي فهو مركب اضافة لايعطي الايونات المكونة له كافة عند ذوبانه في الماء , اي ان الصفات المستقلة لقسم من الايونات المكونه له ستختفي . مثل المركب التناسقي $CuSO_4 . 4NH_3$ يذوب في الماء وفق المعادلة :

$$CuSo_4 . 4NH_3 \rightleftharpoons [Cu(NH_3)_4]^{2+} + SO_4^{2-}$$

حيث نلاحظ ان المركب لم يعط الايونات التي تكون منها كافة Cu^{2+} SO_4^{2-} بل يعطي ايون SO_4^{2-} فقط.

زورونا على مواقع التواصل الاجتماعي رحلة التفوق في السادس

س 4 // عند مزج محلول $FeSO_4$ مع محلول $(NH_4)_2SO_4$ بنسبة مولية 1:1 فان المحلول الناتج يعطي كشفاً لايون Fe^{2+} , بينما عند مزج محلول $CuSO_4$ مع محلول الامونيا بنسبة مولية 4:1 فان المحلول الناتج لايعطي كشفاً لايون Cu^{2+} . وضح ذلك ؟

الحل // عند مزج محلول $FeSO_4$ مع محلول $(NH_4)_2SO_4$ بنسبة مولية 1:1 فأن المركب الناتج يكون كما في المعادلة :

$$(NH_4)_2SO_4 + FeSO_4 \longrightarrow FeSO_4 . (NH_4)_2SO_4$$

والمركب الناتج هو ملح مور وهو ملح مزدوج عند ذوبانه في الماء يعطي كشف الايونات المكونة له كافة وهي Fe^{2+} و So_4^{2-}

اما عند مزج محلول $CuSo_4$ مع محلول الامونيا بنسبة مولية 4:1 فأن المركب الناتج يكون على وفق المعادلة الاتية :-

$$CuSO_4 + 4NH_3 \longrightarrow [Cu(NH_3)_4]SO_4$$

والمركب الناتج هو مركب تناسقي يذوب في الماء على وفق المعادلة :

$$[Cu(NH_3)_4]SO_4 \rightleftharpoons [Cu(NH_3)_4]^{2+} + SO_4^{2-}$$

وهذا يعني انه يعطي كشف لايون So_4^{-2} فقط ولايعطي كشف لايون Cu^{2+} لانه ليس ايوناً مستقلاً بل ضمن الايون المعقد $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$

س 5 // ما العدد التأكسدي (التكافؤ الاولي) للحديد في المركبات الاتية :

1- $Fe(CO)_5$

2- $K_3[Fe(CN)_6]$

3- $[Fe(C_2O_4)_3]^{3-}$

4- $[Fe(H_2O)_5(NO)]SO_4$

الحل //

1) $Fe(CO)_5$

$Fe^{(X)} + (CO)_6 = 0$

$X + 0 \times (5) = 0$

$X = 0$

لذا فعدد التأكسد للحديد هو (0)

2) $[Fe(C_2O_4)_3]^{3-}$

$Fe^{X} + 3(-2) = -3$

$X - 6 = -3$

$X = +3$

لذا فعدد التأكسد للحديد هو (+3)

3) $K_3[Fe(CN)_6]$

$Fe^{(X)} + (CN)_6 = -3$

$X - 6 = -3$

$X = +3$

لذا فعدد التأكسد للحديد هو (+3)

4) $[Fe(H_2O)_5(NO)]SO_4$

$Fe^{(X)} + 5 \times (0) + 1 \times (0) = +2$

$X = +2$

لذا فعدد التأكسد للحديد هو (+2)

مهدي الحسناوي

س 6 // سم المركبات المعقدة الاتية :

الحل //

1) $[Fe(H_2O)_5(NO)]^{2+}$
ايون خماسي اكوا نايتروسيل الحديد (II)

2) $Na_2[Fe(CN)_5(NO)]$
خماسي سيانو نايتروزيل فيرات (III) الصوديوم

3) $[Co(N_3)(NH_3)_5]SO_4$
كبريتات خماسي امين ازيدو الكوبلت(III)

4) $K_4[Ni(CN)_4]$
رباعي سيانو نيكلات (0) البوتاسيوم

5) $[Cr(H_2O)_4Cl]^{+}$
ايون رباعي اكوا ثنائي كلورو الكروم(III) امين)

6) $[Ni(en)_2Cl_2]^{2+}$
ايون ثنائي كلورو بس (اثيلين ثنائي امين النيكل (IV)

7) $[Co(NO_2)_3(NH_3)_3]$
ثلاثي امين ثلاثي نايترو الكوبلت (III)

8) $K_2[PtCl_6]$
سداسي كلورو بلاتينات (IV) البوتاسيوم

س 7 // اختر الاجابة الصحيحة في كل مما يأتي :

1- ان العدد التأكسدي (التكافؤ الاولي) للكروم في الايون المعقد $[Cr(H_2O)_4Cl_2]^{+}$ هو :

أ- 3 ب-1 ج-6 د-2

2- ان العدد التأكسدي (التكافؤ الاولي) للبلاتين في الايون المعقد $[Pt(C_2H_4)Cl_2]^{-}$ هو :

أ- 1 ب- 2 ج-3 د-4

3- ان الصيغة التركيبية للمركب (ثنائي كلورو بس (يوريا) نحاس (II) هي :

أ- $[Cu\{(NH_2)_2CO\}_2]Cl_2$
ب- $[Cu\{(NH_2)_2CO\}Cl]Cl]$
ح- $[CuCl_2\{(NH_2)_2CO\}_2]$
د- جميع الاجابات السابقة خطأ .

4- ان اسم المركب $[Pt(NH_3)_3Br(NO_2)Cl]Cl$ على وفق نظام الـ IUPAC هو :

أ- كلوريد ثلاثي امونيا كلورو برومو نايترو بلاتين (IV) .
ب- كلوريد ثلاثي امونيا كلورو برومو نايترو كلورو بلاتين (IV) .
ج- كلوريد ثلاثي امونيا برومو كلورو نايترو بلاتين (IV) .
د- كلوريد ثلاثي امونيا نايترو كلورو برومو بلاتين (IV) .

5) العدد التناسقي للمعقد $[AuCl_2]^{-1}$ هو

أ- 2 ب- 3 ج- 4 د- 6

6) احد الليكندات الاتية سداسي المخلب

أ- en ب- dmg ج- EDTA د- $\{(NH_2)_2CO\}$

7) الذرة المركزية في المعقدات التناسقية تصنف

أ- قاعدة لويس ب- حامض لويس ج- قاعدة برونشتد د- حامض برونشتد

8) المعقد الايوني $[Ni(H_2O)_4]^{+2}$ حيث (Ni = 28) شكله الهندسي

أ- خطي　　ب- مثلث مستوي　　ج- مربع مستوي　　د- رباعي الأوجه

الحل //

1) أ/ 　$X = +3$ ⟹ $X + 0 + (-1 \times 2) = +$

2) ب / 　$X = +2$ ⟹ $X + (0) + (-1 \times 2) = -$

3) ج / $[CuCl_2\{(NH_2)_2CO\}_2]$

4) ج / كلوريد ثلاثي امين برومو كلورو نايترو بلاتين (Iv) .

5) أ/ 2

6) ج/ EDTA

7) ب/ حامض لويس

8) د/ رباعي الأوجه

س 8 // اعتماداً على نظرية اصرة التكافؤ (VBT) اجب عن الاسئلة التالية لكل من المركبات التناسقية الاتية :

$[ZnCl_2(NH_3)_2]$, $[Zn(CN)_4]^{2-}$, $[CoCl_4]^{2-}$, $[Pd(CN)_4]^{-2}$, $[Ni(dmg)_2]$,

$[Co(CN)_4]^{-2}$, $[PtCl_4]^{-2}$ 　　$[CoBr_4]^{-2}$, $[Ag(CN)_2]^{-1}$, $[MnBr_4]^{-2}$, $[Ni(Co_4]^{-2}$

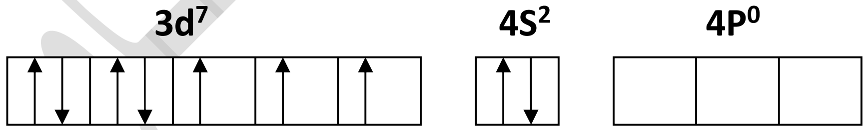
أ) ما نوع التهجين للذرة المركزية ؟

ب) ما الشكل الهندسي للمعقد ؟　ج) ما الصفة المغناطيسية للمعقد ؟ ولماذا ؟

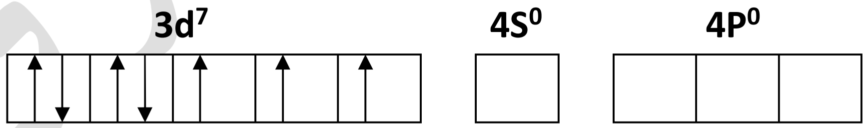
الحل //

$[CoCl_4]^{2-}$

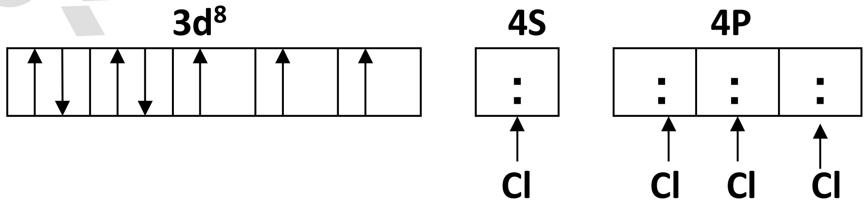
$_{27}Co\ [Ar]_{18}$



$Co^{2+}\ [Ar]_{18}$



$[CoCl_4]^{2-}\ [Ar]_{18}$



التهجين sp^3

الشكل الهندسي رباعي الاوجه منتظم

المعقد بارا مغناطيسي لوجود ثلاث الكترونات منفردة

مهدي الحسناوي

$[Co(CN)_4]^{-2}$

$_{27}Co[Ar]_{18}$ $3d^7$ $4S^2$ $4P^0$

$[Co(CN)_4]^{-2}$

$X + (-4) = -2 \quad x = +2$

$_{27}Co^{2+}[Ar]_{18}$ $3d^8$ $4S^0$ $4P^0$

CN ليكند قوي CN CN CN CN

1) التهجين dsp^2 2) الشكل مربع مستوِ 3) بارا مغناطيسي لوجود الكترون منفرد

$[ZnCl_2(NH_3)_2]$

2015
دور اول
وزاري

$_{30}Zn\,[Ar]_{18}$ $3d^{10}$ $4S^2$ $4P^0$

التهجين sp^3

الشكل الهندسي

رباعي الاوجه منتظم

$Zn^{2+}\,[Ar]_{18}$ $3d^{10}$ $4S^0$ $4P^0$

المعقد دايا مغناطيسي

لعد وجود الكترونات

منفردة واحدة

$[ZnCl_2(NH_3)_2$ $3d^{10}$ 4S 4P

$[Ar]_{18}$

Cl Cl NH_3 NH_3

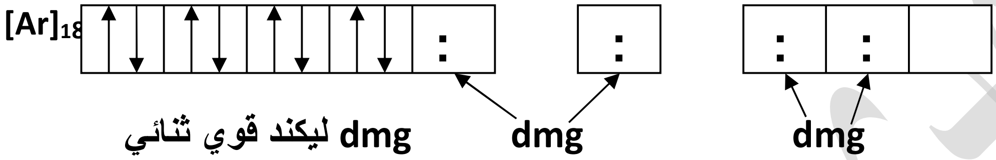
$[Ni(dmg)_2]$

$_{28}Ni[Ar]_{18}$ $3d^8$ $4S^2$ $4P^0$

$[Ni(dmg)_2]$

$X + (-2) = 0 \qquad X = +2$

$_{28}Ni^{2+}[Ar]_{18}$ $3d^8$ $4S^0$ $4P^0$



1) التهجين dsp^2

2) الشكل مربع مستوٍ

3) دايا مغناطيسي لعدم وجود الكترونات منفردة

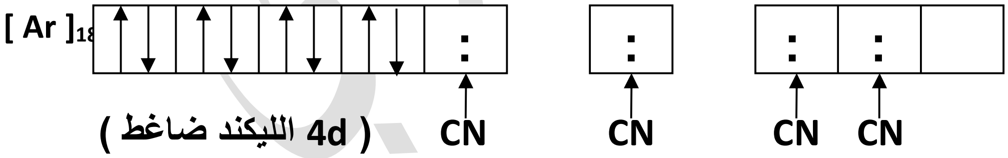
$[Pd(CN)_4]^{-2}$

$_{46}Pd\ [Kr]_{36}$ $4d^8$ $5S^2$ $5P^0$

$[Pd(CN)_4]^{-2}$

$X + (-4) = -2 \qquad X = +2$

$_{48}Pd^{2+}\ [Kr]_{36}$ $4d^8$ $5S^0$ $5P^0$



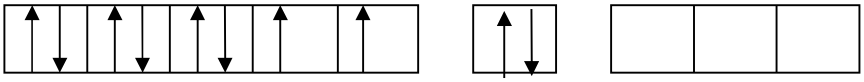
1) التهجين dsp^2

2) الشكل مربع مستوٍ

3) دايا مغناطيسي لعدم وجود الكترونات منفردة

$[PtCl_4]^{-2}$ $X + (-1 * 4) = 2-$ $x = 2+$

$_{78}Pt\ [Xe]_{54}\ 4F^{14}$ $5d^8$ $6S^2$ $6P^0$

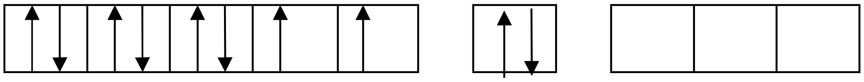


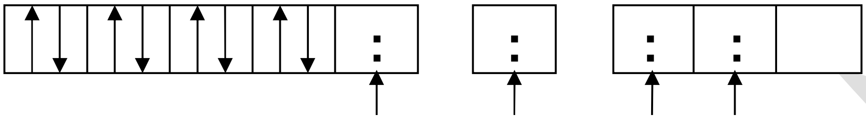
2015 دور ثاني

2015 دور ثالث

$[PtCl_4]^{-2}$ $X + (-1 * 4) = 2-$ $x = 2+$

$_{78}Pt\ [Xe]_{54}\ 4F^{14}$ $5d^8$ $6S^0$ $6P^0$





(الليكند ضاغط 5d) Cl Cl Cl Cl

1) التهجين dsp^2

2) الشكل مربع مستوٍ

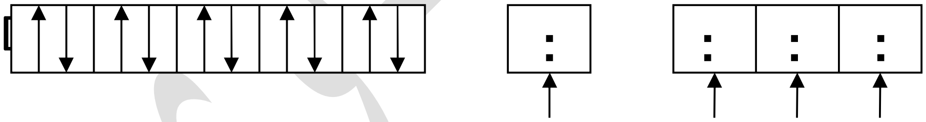
3) دايا مغناطيسي لعدم وجود الكترونات منفردة

$[Zn(CN)_4]^{2-}$

$_{30}Zn[Ar]_{18}$ $3d^{10}$ $4S^2$ $4P^0$

$Zn^{+2}[Ar]_{18}$ $3d^{10}$ $4S^0$ $4P^0$

$3d^{10}$ 4S 4P



CN CN CN CN

التهجين SP^3

الشكل الهندسي

رباعي الأوجه منتظم

المعقد دايا مغناطيسي

لعدم وجود الكترونات

منفردة واحدة

2014 دور ثالث

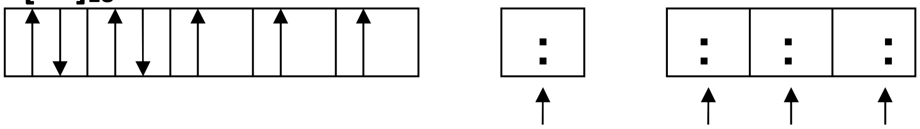
$[CoBr_4]^{-2}$

$_{27}Co[Ar]_{18}$ $3d^7$ $4S^2$ $4P^0$

$[Co(CN)_4]^{-2}$

$X + (4 * -1) = -2$ $x = +2$

$_{27}Co^{2+}[Ar]_{18}$ $3d^8$ $4S^0$ $4P^0$



Br Br Br Br

1) التهجين SP^3 2) رباعي الأوجه منتظ 3) الصفة بارا مغناطيسية لوجود الكترونات مفردة

$[Ag(CN)_2]^{-1}$

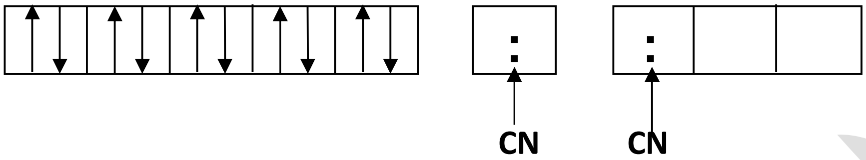
$_{47}Ag\ [Kr]_{36}$ $4d^9$ $5S^2$ $5P^0$

$4d^{10}$ $5S^1$ $5P^0$

$4d^{10}$ $5S^1$ $5P^0$

$[Ag(CN)_2]^{-1}$ $_{47}Ag^{+1}$ $[Kr]_{36}$ $4d^{10}$ $5S^0$ $5P^0$

$X+(2*-1)=-1$ $X = +1$



1) التهجين SP^1 2) الشكل خط مستقيم 3) الصفة دايا مغناطيسية لعدم وجود الكترونات منفردة

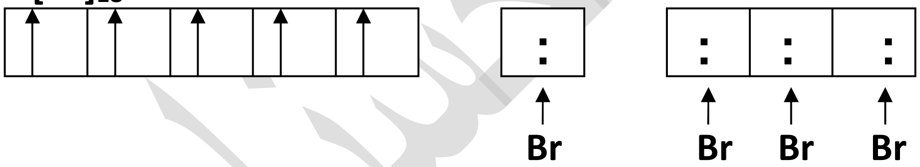
$[MnBr_4]^{-2}$

$_{25}Mn[Ar]_{18}$ $3d^5$ $4S^2$ $4P^0$

$[Mn(Br)_4]^{-2}$

$X + (4 * -1) = -2$ $x = +2$

$_{25}Mn^{2+}[Ar]_{18}$ $3d^5$ $4S^0$ $4P^0$



1) التهجين SP^3 2) رباعي الأوجه منتظ 3) الصفة بارا مغناطيسية لوجود الكترونات مفردة

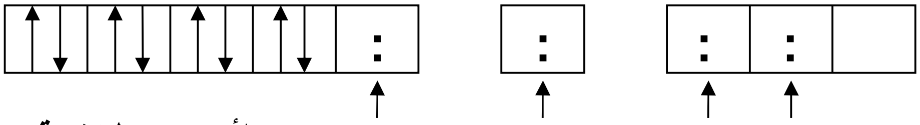
$[Ni(Co)_4]^{-2}$

$_{28}Ni[Ar]_{18}$ $3d^8$ $4S^2$ $4P^0$

$[Ni(Co)_4]^{-2}$

$X + (-4) = -2$ $x = +2$

$_{28}Ni^{2+}[Ar]_{18}$ $3d^8$ $4S^0$ $4P^0$



لأن Co ليكند قوي Co Co Co Co

1) التهجين dsp^2 2) الشكل مربع مستوِي 3) الصفة دايا مغناطيسية لعدم وجود الكترونات منفردة

مهدي الحسناوي

س9 / اعتماداً على نظرية اصرة التكافؤ (VBT) ماهو عدد الالكترونات المنفردة للمركبات التناسقية التالية و ماقيمة الزخم لكل منهما .

$[Ni(NH_3)_2]^{+2}$

$_{28}Ni\ [Ar]_{18}$ $3d^8$ $4S^2$ $4P^0$

$[Ni(NH_3)_2]^{+2}$ $X + (0) = +2$ $X = +2$

$Ni^{2+}\ [Ar]_{18}$ $3d^8$ $4S^0$ $4P^0$

NH_3 ليكند قوي NH_3 NH_3 NH_3 NH_3

1) لاتوجد الكترونات منفردة 2) الزخم المغناطيسي يساوي صفر

$[Ni(H_2O)_4]^{+2}$

$_{28}Ni\ [Ar]_{18}$ $3d^8$ $4S^2$ $4P^0$

$[Ni(H_2O)_4]^{+2}$ $X + (0) = +2$ $X = +2$

$Ni^{2+}\ [Ar]_{18}$ $3d^8$ $4S^0$ $4P^0$

H_2O ليكند ضعيف لا يحصل انضغاط H_2O H_2O H_2O H_2O

1) عدد الالكترونات المنفردة 2)الكترون $\mu = [e(e+2)]^{1/2} = [2(2+2)]^{1/2} = 2.8\ B.M$

رحلة التفوق في السادس
عطاءٌ بلا حدود
A .M. Z

س 11/ لنفرض ان للنيكل II في المعقد الايوني $[NiL_4]^{-2}$ الليكند L حيث يمثل ليكند احادي المخلب جد :

1) شحنة الليكند L

2) التهجين للذرة المركزية

3) الزخم الزاوي

الحل //

$[NiL_4]^{-2}$

$+2 + (4L) = -2$

$4L = -4$

$L = -1$

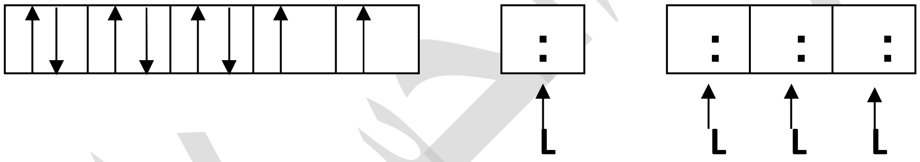
$_{28}Ni$ $[Ar]_{18}$ $3d^8$ $4S^0$ $4P^0$

$_{28}Ni^{+2}$ $[Ar]_{18}$ $3d^8$ $4S^2$ $4P^0$

بما انه لم يعطي معلومة توضح لك ان L ليكند قوي ام ضعيف لذلك سوف نحل احتمالين

الاحتمال الأول الليكند ضعيف

$_{28}Ni^{2+}$ $[Ar]_{18}$ $3d^8$ $4S^0$ $4P^0$

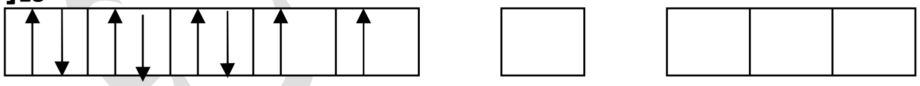


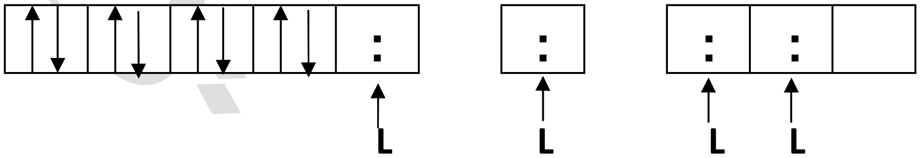
التهجين SP^3 الشكل رباعي الأوجه منتظم

$\mu = [e(e+2)]^{1/2} = [2(2+2)]^{1/2} = 2.8\ B.M$

الاحتمال الثاني الليكند قوي (ضاغط)

$_{28}Ni^{+2}$ $[Ar]_{18}$ $3d^8$ $4S^2$ $4P^0$





1) الزخم يساوي صفر

2) التهجين dSP^2

3) الشكل مربع مستوٍ

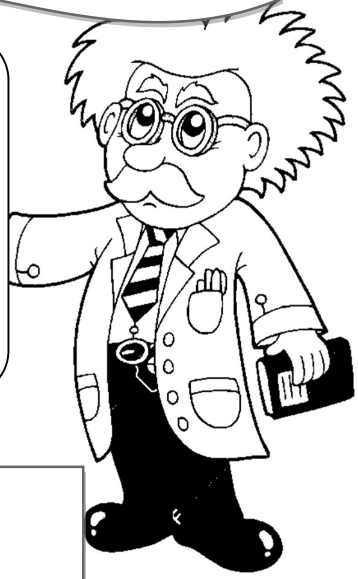
Chemistry

للصف السادس علمي
الفرع التطبيقي

اعداد الأستاذ

مهدي الحسناوي

07807502408



الفصل السادس
الكيمياء التحليلية

الفصل السادس

طرائق التحليل الكيميائي

الكيمياء التحليلية : فرع من فروع علم الكيمياء يهتم بفحص و تشخيص المواد و فصل مكوناتها

طرائق التحليل الكيميائي

- **التحليل الوصفي النوعي**
- **التحليل الكمي**
  - **التحليل الكمي الكيميائي**
    - **وزني**
    - **حجمي (التسحيح)**
  - **التحليل الألي**
    1. **1 – تطاير**
    2. **2 – ترسيب**
    3. **3- طرائق الترسيب الكهربائي**
    4. **4- طرائق فيزيائية أخرى**

أولاً :- التحليل الوصفي النوعي //

هو معرفة مكون واحد أو أكثر من مكونات المادة أو مزيج من المواد أو المحاليل و معرفة الأسلوب الذي ترتبط به هذه المكونات مع بعضها .

و يمكن أجراء عملية التحليل الوصفي لمجموعة من الأيونات الموجبة من خلال :

1) **فصل الأيونات الموجبة عن بعضها .**
2) **الكشف عن وجود كل أيون على حدة .**

س // كيف يتم تشخيص المادة المراد تحليلها ؟

ج // تتم عملية التشخيص للمادة من خلال تحويلها بمساعدة مادة أخرى معروفة التركيب تدعى الكاشف بواسطة تفاعل كيميائي الى مركب جديد ذو خواص مميزة و معروفة .

س // علام يعتمد اختيار طريقة التحليل المناسبة ؟

1) **السرعة في انجاز عملية التحليل**
2) **ملائمة الطريقة و دقتها**
3) **توفر المستلزمات و الأدوات اللازمة للتحليل**
4) **توفر النماذج اللازمة للتحليل**
5) **تركيز المكون المراد تقديره في النموذج**
6) **كلفة عملية التحليل**

مهدي الحسناوي

فصل الايونات الموجبة

تم تقسيم الايونات الموجبة الاكثر شيوعاً الى خمسة مجاميع كل مجموعة تفصل بعامل مرسب خاص بها .

جدول رقم (6 – 1)

المجموعة		العامل المرسب للمجموعة	أيونات المجموعة	صيغة الراسب
I		حامض HCl المخفف	Hg_2^{2+} , Pb^{2+} , Ag^+	AgCl , Hg_2Cl_2 , $PbCl_2$
II		كبريتيد الهيدروجين H_2S بوجود HCl المخفف	Hg^{2+} , Cu^{2+} , Cd^{2+} Pb^{2+} , Sn^{2+} Bi^{3+} , As^{3+} , Sb^{3+}	HgS , CuS , CdS PbS , SnS , Bi_2S_3 , As_2S_3 , Sb_2S_3
III	A	هيدروكسيد الأمونيوم مع كلوريد الأمونيوم (NH_4Cl , NH_4OH)	Al^{3+} Cr^{3+} Fe^{3+}	$Al(OH)_3$ $Cr(OH)_3$ $Fe(OH)_3$
	B	كبيريتيد الهيدروجين بوجود (NH_4Cl , NH_4OH)	Ni^{2+} , Zn^{2+} Co^{2+} , Mn^{2+}	NiS , ZnS CoS , MnS
IV		$(NH_4)_2CO_3$ بوجود (NH_4Cl , NH_4OH)	Ca^{2+} Ba^{2+} Sr^{2+}	$CaCO_3$ $BaCO_3$ $SrCO_3$
V		تبقى في المحلول النهائي دون ترسيب	Mg^{2+} , Na^+ NH_4^+ , K^+	

س / كيف يتم الفصل بين الأيونات الموجبة للمجاميع الخمسة ؟

الحل //

1) نضيف حامض الهيدروكلوريك المخفف لترسيب ايونات المجموعة الاولى (Ag^{+1} , Hg_2^{+2} , Pb^{+2}) على شكل كلوريدات وتفصل بالترشيح

2) ثم نمرر غاز H_2S بوجود HCl المخف على الراشح لترسيب وفصل ايونات المجموعة الثانية على شكل كبريتيدات (SnS , AS_2S_3 , Sb_2S_3 , CdS , PbS , HgS , CuS , Bi_2S_3) وتفصل بالترشيح

3) نضيف محلول NH_4OH بوجود NH_4Cl الى الراشح لفصل ايونات المجموعة الثالثة A (Fe^{+3} , Cr^{+3} , Al^{+3}) على شكل هيدروكسيدات ($Fe(OH)_3$, $Cr(OH)_3$, $Al(OH)_3$) تفصل بالترشيح ايضاً .

4) نضيف الى الراشح المتبقي H_2S بوجود (NH_4OH) و (NH_4Cl) لفصل ايونات المجموعة الثالثة B (Mn^{+2} , Co^{+2} , Zn^{+2} , Ni^{+2}) على شكل كبريتيدات (MnS , CoS , ZnS , NiS)

5) اضافة $(NH_4)_2CO_3$ بوجود NH_4OH و NH_4Cl الى الراشح لفصل ايونات المجموعة الرابعة (Sr^{+2} , Ba^{+2} , Ca^{+2}) على شكل كاربونات ($SrCO_3$, $BaCO_3$, $CaCO_3$)

6) الراشح المتبقي بعد عمليات الفصل والترسيب السابقة هو راشح يحوي على ايونات المجموعة الخامسة التي تشمل (NH_4^{+1} , K^{+1} , Na^{+1} , Mg^{+2})
ثم يتم التعامل مع الايونات المفصولة والمترسبة والكشف عنها بعوامل وكواشف خاصة .

تجربة عملية الفصل وتحليل ايونات_المجموعة الاولى

مر سابقاً في جدول (6 – 1) انه يتم فصل ايونات المجموعة الاولى بأضافة HCl وتفصل على شكل كلوريدات ($pbCl_2$, Hg_2Cl_2 , AgCl) وبعد الحصول على هذه الكلوريدات تفصل كالآتي :-

1) نضيف الماء المغلي لفصل راسب $PbCl_2$ حيث يذوب في الماء المغلي ولاتذوب رواسب AgCl او Hg_2Cl_2 ويفصل بالترشيح وللكشف عن وجود الرصاص في الراشح نضيف كاشف كرومات البوتاسيوم للحصول على كرومات الرصاص (راسب اصفر) في حالة وجود الرصاص

$$PbCl_2 + K_2CrO_4 \longrightarrow PbCrO_4 \downarrow + 2KCl$$

راسب اصفر

~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~*~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~

2) اما الراسب المتبقي بعد الترشيح فنضيف له محلول الامونيا المخفف حيث كلوريد الفضة الامونياكي $Ag(NH_3)_2Cl$ يفصل بالترشيح ويكشف عن الفضة فيه بأضافة محلول HNO_3 المخفف حيث يعطي راسب ابيض او بأضافة يوديد البوتاسيوم ليعطي راسب اصفر كما في المعادلات

$$AgCl + 2NH_3 \longrightarrow [Ag(NH_3)_2]Cl$$

$$Ag(NH_3)_2Cl + 2HNO_3 \longrightarrow AgCl \downarrow + 2NH_4NO_3$$

راسب ابيض

$$Ag(NH_3)_2Cl + KI \longrightarrow AgI \downarrow + KCl + 2NH_3$$

راسب اصفر

****

3) اما الراسب المتبقي من كلوريد الزئبق I فيتفاعل مع الامونيا المضافة مكوناً راسب اسود دلالة على وجود زئبق .

$$Hg_2Cl_2 + 2NH_3 \longrightarrow Hg(NH_2)Cl \downarrow + Hg \downarrow + NH_4Cl$$

راسب ابيض   راسب اسود

ويضاف الماء الملكي ($3HCl + HNO_3$) لتحويل الزئبق الى $HgCl_2$ كلوريد الزئبق II الذائب والذي يكشف عن وجود الزئبق فيه بأضافة كلوريد القصدير حيث تحصل على راسب ابيض يتحول فيما بعد الى راسب اسود كما في المعادلات الاتية :-

$$2HgCl_2 + SnCl_2 \longrightarrow SnCl_4 + Hg_2Cl_2 \downarrow$$

راسب ابيض

$$Hg_2Cl_2 + SnCl_2 \longrightarrow SnCl_2 + 2Hg \downarrow$$

راسب اسود
~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~

مثال (6 – 1) كيف يمكن الفصل بين ايونات الفضة والكادميوم والحديد III ؟

الحل :- ايون Ag^{+1} ⟵ من المجموعة الاولى 2015 دور ثالث

ايون Cd^{+2} ⟵ من المجموعة الثانية

ايون Fe^{+3} ⟵ من المجموعة الثالثة

2013	2013	2015
دور أول	دور ثالث	دور ثالث

وزاري

1) يفصل Ag^{+1} بأضافة HCl المخفف ليترسب Ag^{+1} على شكل كلوريد الفضة بينما لاتترسب Cd^{+2} , Fe^{+3} حيث يفصل كلوريد الفضة بالترشيح

2) يفصل Cd^{+2} بأمرار غاز $H^{2}S$ على المحلول المحمض فيترسب ايون Cd^{+2} على شكل كبريتيد الكادميوم الذي يفصل بالترشيح

3) ما تبقى من راشح يحوي على ايون Fe^{+3} الذي يرسب بأضافة هيدروكسيد الامونيوم بوجود $NH^{4}Cl$ حيث يترسب على شكل هيدروكسيد الحديد III ويجمع .

تمرين (6 – 1) / اكمل المعدلات

1) $Hg^{+2} + 2HCl \xrightarrow{\text{مخفف}} Hg_2Cl_2 + 2H^+$

2) $2Bi^{+3} + 3H_2S \xrightarrow[\text{مخفف}]{HCl} Bi_2S_3 + 6H^+$

3) $Al^{+3} + 3NH_4OH \xrightarrow[NH_4OH]{NH_4Cl} Al(OH)_3 + 3NH_4^+$

4) $Mn^{+2} + H^{2}S \xrightarrow[NH_4Cl]{} MnS + 2H^+$

التحليل الكمي // احد طرق التحليل تهتم بتقدير كمية مكون من مكونات للعينة او النموذج وحساب تركيزها .

الخطوات التي تسبق عملية التحليل الكمي :-

1) **النمذجة :-** طريقة حصول على النموذج او العينة .

2) **اعداد النموذج :-** اعداد النموذج مختبرياً لغرض التحليل مثل طحن او مزج او سحق النموذج اذا كان صلباً وتجفيفه اذا كان رطباً .

3) **قياس النموذج :-** يجب معرفة كتلة وحجم النموذج لتسهيل حساب كمية المكون .

4) **اذابة النموذج :-** لتحضير النموذج يجب اذابته وتحويله الى محلول ذائب بواسطة مذيب يذيب جميع اجزاء المذيب .

5) **فصل المواد المتداخلة :-** تفصل المواد المتداخلة بواسطة تفاعلات كيميائية معينة .

مهدي الحسناوي

طرائق التحليل الكمي :-

1) التحليل الكيميائي الكمي :-

ويتضمن طرق كلاسيكية تشمل (1) طرائق التحليل الوزني
(2) طرائق التحليل الحجمي

2) التحليل الالي

التحليل الوزني :- يتضمن عزل وقياس كتلة المادة بشكل نقي وكمي وتتم عملية العزل من كتلة معلومة من العينة المراد تقديرها .

طرائق التحليل الوزني

1) طرائق التطاير (2) طرائق الترسيب
3) طرائق الترسيب الكهربائي (4) طرائق فيزيائية

اولاً) طرائق التطاير :- تعتمد طريقة التطاير على ازاحة المكون المتطاير الموجود في العينة عن طريق تحويله للحالة الغازية او البخارية .

يمكن تحويل المكون المتطاير الى الحالة الغازية بطريقتين :-

1) عملية حرق بسيطة للعينة تجري في الهواء .
2) معاملة العينة مع كواشف كيميائية تحول جميع اجزاء العينة الى الحالة المتطايرة وتترك المكون المراد تحليله بحالة غير متطايرة لحساب كميته في ما بعد .

طريقة التطاير الغير مباشرة :- هو حساب كتلة الجزء المتطاير من العينة من النقص الحاصل في كتلتها قبل وبعد عملية التطاير .

طريقة التطاير المباشرة :- هو حساب كتلة الجزء المتطاير من العينة عن طريق امتصاص المادة المتطاير في وسط مناسب وايجاد كتلتها .

{ مثال عن عملية التطاير }

((تعيين النسبة المئوية لماء التبلور في ملح كلوريد الباريوم المائي ($BaCl_2 \ . \ 2H_2O$)

الحل :-

يمكن حساب ماء تبلور ملح كلوريد الباريوم المائي

1) بطريقة التطاير المباشرة // وذلك بتسخين كتلة معلومة من العينة في فرن كهربائي معزول .

$$BaCl_2 \,.\, 2H_2O \xrightarrow{\text{تسخين}} BaCl_2 + 2H_2O\uparrow$$

الجزء المتطاير

حيث يتم امتصاص بخار الماء المتطاير في وسط مناسب ثم ايجاد كتلته بعد ذلك .

2) بطريقة التطاير الغير مباشرة // حيث تسخن العينة في جو مفتوح يسمح لبخار الماء بأن يتطاير في الهواء ومن ثم يتم وزن الجزء غير المتطاير ($BaCl_2$) وايجاد كتلة الماء من الفرق الحاصل في كتلة العينة قبل وبعد عملية التطاير .

س // كيف يمكن تحليل محتوى CO_2 في عينة من كاربونات الكالسيوم $CaCO_3$ وزنياً ؟

الحل //

يمكن تحليل هذه العينة عن طريق مفاعلتها مع حامض الهيدروكلوريك

$$CaCO_3 + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + CO_2\uparrow + H_2O$$

الجزء المتطاير

وبعد ذلك يتم امتصاص غاز CO_2 المتطاير بوسط مناسب مثل اسبستوس بعد امرار الغاز المتحرر على مادة مجففة لأزالة الرطوبة ثم ايجاد كتلة CO_2 من الزيادة الحاصلة في كتلة الوسط الماص .

مثال (6 – 2) تم تحليل عينة كتلتها (1.45 / g) من ملح كلوريد الباريوم النقي ($BaCl_2 . 2H_2O$) لمعرفة النسبة المئوية لماء التبلور فيها وذلك بأتباع طريقة التطاير غير المباشرة . ثم تسخين العينة لمدة كافية عند درجة حرارة 125 C° وبعد التبريد في محيط جاف وجد ان كتلة الجزء غير المتطاير كانت تساوي (1.236 g) احسب النسبة المئوية لماء التبلور في العينة ؟

الحل //

$$BaCl_2 . 2H_2O \xrightarrow{\text{تسخين}} BaCl_2 + 2H_2O$$

كتلة ماء التبلور = كتلة العينة قبل التسخين – كتلة العينة بعد التسخين

$m_{H2O} = m_{BaCl2\ .\ H2O} - m_{BaCl2}$

$m_{H2O} = 1.451 - 1.236 = 0.125$ g

$\%H_2O = \frac{m_{H2O}}{B_{BaCl2\ .2H2O}} \times 100\ \%$

$\% = \frac{0.215}{1.451} \times 100\%$

% لماء التبلور = 14.81 %

تمرين (6 – 2) تم تحليل سبيكة النيكروم (سبيكة من عنصري النيكل والكروم وقليل من الكاربون) وزنياً بطريقة التطاير وذلك بحرق (1.4 g) منها بوجود الاوكسجين وقد وجد ان كتلة غاز CO_2 المتحرر الذي تم جمعه بعد انتهاء عملية الحرق كانت (2.2 mg) احسب النسبة المئوية لعنصر الكاربون في السبيكة ؟

الحل //

نعمل نسبة وتناسب بين الكاربون والغاز المتحرر

$$C \xrightarrow{\text{حرق}} CO_2$$

$m_C = m_{CO_2} * \frac{M_C}{M_{CO_2}}$

$= 2.2 * \frac{12}{44}$

$= 0.6$ mg $= 0.0006$ g

$\%\ C = \frac{m_C}{m_{\text{العينة}}} \times 100\%$

$\%\ C = \frac{0.0006}{1.4} \times 100\ \% = 0.043\ \%$

مثال (6 – 3)

وزاري 2013 تمهيدي

تم تحليل مركب عضوي لمعرفة النسبة المئوية للكاربون فيه بطريقة التطاير المباشرة , فبعد حرق (15.24 mg) من مركب عضوي بوجود الاوكسجين وامتصاص غاز CO_2 في وسط مناسب وجد ان كتلة CO_2 تساوي (22.36 mg) , احسب النسبة المئوية لعنصر الكاربون في المركب ؟

طرائق الترسيب

تتضمن هذه الطريقة فصل المكون المراد تقديره على شكل راسب معين ثم حساب كتلته بأستخدام الميزان الحساس .

خطوات حساب كمية العينة عن طريق الترسيب :-

1- اذابة العينة المراد قياسها بمذيب مناسب .
2- ترسيب المكون المراد تقديره في العينة بأضافة كاشف كيميائي مناسب يدعى (العامل المرسب).
3- فصل الراسب وعزله عن المحلول بالترشيح .
4- غسل الراسب الموجود على ورقة الترشيح بمحلول غسل ملائم لايتفاعل مع الراسب ولايذيبه .
5- تجفيف الراسب اي تحويل الراسب من صيغة ترسيبية الى صيغة وزنية جاهزة للوزن .
6- وزن الراسب على شكل صيغة وزنية لأيجاد كتلته بشكل دقيق .

كيفية تحويل الصيغة الترسيبية الى وزنية

1- تجفيف الراسب عند درجات حرارة تصل الى 100 C° للتخلص من الرطوبة في الراسب مثل :-

$$CaC_2O_4 . H_2O \xrightarrow[130\ C^{\circ}]{\text{تجفيف}} CaC_2O_4 + H_2O$$

صيغة ترسيبية   صيغة وزنية

$$Al_2O_3 . XH_2O \xrightarrow[130\ C^{\circ}]{\text{تجفيف}} Al_2O_3 + XH_2O$$

صيغة ترسيبية   صيغة وزنية

2- حرق الراسب والتخلص من الماء الموجود فيه وتفككه . مثل:

$$CaC_2O_4 . H_2O \xrightarrow[130^{\circ} - 225\ C^{\circ}]{\text{تجفيف}} CaC_2O_4 + H_2O$$

صيغة ترسيبية

$$CaC_2O_4 \xrightarrow[400 - 490\ C]{\text{حرق}} CaCO_3 + CO$$

$$CaCO_3 \xrightarrow[840\ C^{\circ}]{\text{حرق}} CaO + CO_2\uparrow$$

صيغة وزنية

مهدي الحسناوي
رحلة التفوق في السادس
عطاءٌ بلا حدود

ما هي الشروط الواجب توفرها في محاليل الغسيل المستخدمة في غسل الراسب ؟

الحل //

1) ان لاتؤثر على ذوبانية الراسب بل تساعد على ذوبان الملوثات فقط.
2) ان لاتكون مركبات متطايرة مع الراسب .
3) ان يكون محلول سهل التطاير للتخلص منه .

ماهي العوامل التي تؤدي الى نجاح عملية التحليل الوزني بطريقة الترسيب ؟

وزاري 2014 دور ثالث

1) ان يكون الراسب المتكون ذوقابلية ذوبان قليلة اي راسب غير ذائب .
2) ان يتمتع الراسب بصفات فيزيائية مناسبة تمكن من فصله عن محلول الترسيب بشكل وزني ومن ثم غسله والتخلص من الملوثات واهم مايساعد على ذلك هو كبر حجم الدقائق للراسب .
3) ان تكون هناك امكانية لتحويل الراسب الى مادة نقية (غير ملوثة) وذات صيغة كيميائية معلومة وثابتة وذلك بالتجفيف او الحرق .

العوامل المؤثرة على حجم دقائق الراسب

وزاري 2013 دور ثاني

ان الغاية من اجراء عملية الترسيب هو الحصول على راسب متبلور ذو دقائق كبيرة نسبياً لأنه كلما كان حجم الدقائق اكبر كلما سهلت عملية الفصل وقلت نسبة التلوث في الراسب .

1) طبيعة الراسب وتركيبه الكيميائي :- ان بعض المواد الشحيحة الذوبان تميل الى تكوين راسب بلوري بينما لاتميل مواد اخرى لذلك تحل نفس الظروف .
2) ذوبانية الراسب :- الرواسب ذات الذوبانية العالية تميل الى تكوين رواسب بلورية .
3) درجة الحرارة :- ان اجراء عملية الترسيب عند درجات حرارة عالية يؤدي الى تكوين راسب متبلور لانه يؤدي الى ذوبانية معظم الراسب اثناء الترسيب وبالتالي بطئ عملية الترسيب واتاحة الوقت لبناء بلورات .
4) تركيز المواد التي تشترك في عملية الترسيب :- يفضل اجراء عملية الترسيب من محاليل مخففة مع اضافة محلول العامل المرسب ببطء وتحريك مستمر لمحلول الترسيب لان هذه الظروف تتيح الوقت الكافي لبناء بلورات والحصول على راسب متبلور .

التركيب الكيميائي للراسب وحسابات التحليل الكمي الوزني

في عمليات التحليل الوزني في المرحلة النهائية بعد التجفيف او الحرق نبدأ بعملية وزن الراسب من اجل حساب كتلته النهائية ويجب ان تعرف ان كتلة الراسب لاتمثل كتلة المادة المراد تقديرها في العينة وانما مادة تحوي في تركيبها على المكون المراد تقديره ثم تحسب كتلة المكون في الراسب بعمليات حسابية

مثلاً // لتقدير كتلة الباريوم في عينة معينة يرسب الباريوم على شكل كبريتات الباريوم وبعد اترسيب والفصل والغسل والتجفيف يوزن الراسب على هيئة $BaSO_4$ لأيجاد كتلة Ba فيه .

$$Ba^{2+} + SO^{-2}_4 \longleftrightarrow BaSO_4 \xrightarrow{\text{فصل}} BaSO_4$$

في العينة — عامل مرسب — صيغة ترسيبية — وتجفيف — صيغة وزنية

تقدير الكالسيوم في عينة على هيئة أوكسيد الكالسيوم

$$Ca^{+2} + C_2O_4^{-2} \longleftrightarrow CaC_2O_4 \longrightarrow CaO + CO\uparrow + CO_2\uparrow$$

في العينة — عامل مرسب — صيغة ترسيبية — وتجفيف — صيغة وزنية

س // ما هو المعامل الوزني G_f وما فائدته ؟

الحل // هو النسبة بين الكتلة المولية المولية للمكون المراد تقديره الى الكتلة المولية للصيغة الوزنية (الراسب) ويعبر عنه بالرمز G_f وليس له وحدات .

ويستخدم لحساب كتلة المكون المراد تقديره بدلالة كتلة الراسب .

قوانين حسابات الترسيب :-

1) المعامل الوزني G_f

$$G_f = \frac{q}{b} \times \frac{M \text{ للمكون المراد تقديره}}{M \text{ (صيغة وزنية)}}$$

حيث (a , b) هي اصغر الاعداد التي تجعل الصيغتين في البسط والمقام لها نفس العدد من ذرات المكون المراد تقديره

2) m (صيغة وزنية) $\times G_f =$ m (المكون المراد تقديره)

3) $\%$ (للمكون المراد تقديره) $= \frac{m \text{ المكون}}{m \text{ العينة}} \times 100\ \%$

4) يمكن كتابة القانون بصيغة اكثر اختصاراً

$$\% \text{ للمكون} = \frac{G_f \times m \text{ صيغة وزنية}}{m \text{ العينة}} \times 100\ \%$$

تمرين (6 – 4)

احسب المعامل الوزني للحديد (M = 56 g/mol) في Fe_2O_3 (M = 160 g/mol)

الحل //

$$G_f = \frac{q}{b} \times \frac{M\,(Fe)}{M\,(Fe_2O_3)}$$

$$G_f = \frac{2}{1} \times \frac{56}{160} = 0.7$$

مثال (6 – 4)

وزاري
2014
دور ثاني

واجب

احسب المعامل الوزني للكلور (M = 35.5 g/mol) في راسب كلوريد الفضة $AgCl$ (M = 143.5 g/mol)

ج / (0.25)

تمرين 6 – 5 // تمت معاملة 120 mg من مركب عضوي مع حامض النتريك ثم أضيف الى محلول النموذج الناتج كمية من نترات الفضة لترسيب محتوى المركب من الكلور كميا على هيئة كلوريد الفضة . احسب النسبة المئوية للكلور Cl (M = 35.2 g / mole) في المركب اذا علمت ان كتلة كلوريد الفضة المترسبة بلغت 153 mg

الحل //

$$G_{f_{Cl}} = \frac{a}{b} * \frac{M_{Cl}}{M_{AgCl}} = \frac{1}{1} * \frac{35.2}{143.5} = 0.25$$

$$\%_{Cl} = \frac{G_f \times m_{AgCl}}{m \text{ عينة}} * 100\%$$

$$= \frac{0.025 \times 153}{120} * 100\ \% = 31.5\ \%$$

مثال (6 – 5)

واجب

تم ترسيب 3.164 g من اوكزالات الكالسيوم ثم تم احتراقها بشكل تام ما كتلة اوكسيد الكالسيوم الناتجة عن عملية احتراقها ؟

تمرين (6 – 3)

اكمل الجدول الأتي :-

المكون المراد تقديره	الصيغة الوزنية	المعامل الوزني G_f
I	AgI	$G_f = \frac{a}{b} \times \frac{M\ I}{M\ AgI} = \frac{1}{1} \times \frac{127}{235} = 0.54$
Ni	$Ni(C_4H_7N_2O_2)_2$	$G_f = \frac{a}{b} \times \frac{M\ Ni}{M\ Ni(C_4H_7N_2O_2)_2} = \frac{1}{1} \times \frac{58.7}{288.7} = 0.2$
Fe_3O_4	Fe_2O_3	$G_f = \frac{a}{b} \times \frac{M\ Fe_3O_4}{M\ Fe_2O_3} = \frac{231.5}{154.7} \times \frac{3}{2} = 0.26$
MgI_2	AgI	$G_f = \frac{a}{b} \times \frac{M\ MgI_2}{M\ AgI} = \frac{278}{235} \times \frac{1}{2} = 0.59$
$NH_4Al(SO_4)_2$	Al_2O_3	$G_f = \frac{a}{b} \times \frac{M\ NH_4Al(SO_4)_2}{M\ AL_2O_3} = \frac{237}{102} \times \frac{2}{1} = 0.52$

طرق التعبير عن التركيز

قبل التعرف على كيفية حساب كمية المادة بطرق التسحيح (التحلل الحجمي) يجب التعرف على طرق التعبير عن تركيز المادة في المحلول .

1) التعبير المولاري (M)

المولارية :- هي عدد المولات المذابة في لتر واحد من المحلول

$$M = \frac{n}{V\ (L)}$$

حيث :-

M (المولارية وحداتها mol / L)

n عدد المولات

V الحجم باللتر

وتحسب عدد المولات من العلاقة

$$n = \frac{m}{M}$$

حيث m الكتلة بالغرام (g)

M الكتلة المولية (g / mol)

حيث الكتلة المولية :- هي مجموع الكتل الذرية لمكونات الصيغة الجزيئية .

علاقة مهمة

$$m = M . V . M$$

مهدي الحسناوي

2) التعبير العياري النورمالي (N)

النورمالية :- عدد المكافئات الغرامية من المذاب في لتر واحد من المحلول .

حيث :- $N = \frac{eq}{V\,(L)}$

N النورمالية وحداتها eq / L

eq المكافئ الغرامي

V الحجم باللتر

ويمكن حساب قيمة المكافئ الغرامي من العلاقة

حيث :- $eq = \frac{m}{EM}$

eq المكافئ الغرامي

m الكتلة بـ (g)

EM الكتلة المكافئة g / eq

علاقة مهمة: $m = N . V . EM$

الكتلة المكافئة

هي كمية المادة (كتلة المادة) التي تكافئ تماماً كمية ثابتة من مادة اخرى من 1.008 g من الهيدروجين او 17.008 g من جذر الهيدروكسيد او 8.000 g من الاوكسجين . في تفاعل معين . والكتلة المكافئة للمادة هي كمية غير ثابتة قد تتغير مع نوع التفاعل الذي تشترك فيه .

∴ $EM = \frac{M}{\eta}$

حيث (η) = (ايتا)

تمثل عدد مولات الجزء الفعال من المادة التي تشترك في التفاعل وتحدد (η) للمادة بعد تحديد نوع التفاعل الذي تشترك فيه المادة وسيتم شرح ذلك بالتفصيل :-

حساب الكتلة المكافئة (EM) وتحديد (η)

1) الكتلة المكافئة لتفاعلات التعادل

A // الكتلة المكافئة للحامض // تمثل كتلة الحامض التي تحتوي على مول واحد من ذرات الهيدروجين القابلة للتأين

$$\text{الكتلة المكافئة للحامض} = \frac{\text{الكتلة المولية للحامض}}{\text{عدد ذرات الهيدروجين المتأينة } H^+}$$

$$EM\ (\text{للحامض}) = \frac{M_{acid}}{\text{عدد ذرات المتأينة } H^+} = \frac{M}{\eta}$$

B // الكتلة المكافئة للقاعدة // تمثل كتلة القاعدة التي تحوي على مول واحد من مجاميع الهيدروكسيل القابلة للتأين

$$\text{الكتلة المكافئة للقاعدة} = \frac{\text{الكتلة المولية للقاعدة}}{\text{عدد مجاميع الهيدروكسيل المتأينة } OH^-}$$

$$EM\ (\text{للقاعدة}) = \frac{M\,(base)}{\text{عدد مجاميع } OH^-} = \frac{M}{\eta}$$

C // الكتلة المكافئة للاملاح //

الكتلة المولية للملح القاعدي = $\dfrac{\text{الكتلة المولية للملح}}{\text{عدد ذرات } H^{+} \text{ المتأينة للحامض والمكافئة للملح } (n)}$

الكتلة المولية للملح الحامضي = $\dfrac{\text{الكتلة المولية للملح}}{\text{عدد ذرات } OH^{-} \text{ المتأينة للقاعدة والمكافئة للملح } (n)}$

مثال // جد EM للمواد المشتركة في التفاعلات

$$1)\ H_2SO_4 + 2NaOH \longrightarrow 2H_2O + 2Na^{+} + SO_4^{-2}$$

الحل //

التفاعل من نوع تفاعل تعادل حامض – قاعدة

$$EM_{(H_2SO_4)} = \frac{M}{n} = \frac{M}{\text{عدد ذرات } H^{+} \text{ المتأينة}} = \frac{90}{2} = 45\ g/eq$$

لان H_2SO_4 حامض له $2H^{+}$ تفاعلت كلها مع القاعدة

$$EM_{(NaOH)} = \frac{M}{n} = \frac{M}{\text{عدد مجاميع } OH^{-}} = \frac{40}{1} = 40\ g/eq$$

لان NaOH قاعدة لها (OH^{-}) واحدة فقط قابلة للتأين .

$$2)\ Na_2CO_3 + 2HCl \longrightarrow 2NaCl + H_2O + CO_2$$

∴ يحتاج الملح الى $2H^{+}$ للاستبدال بذرات الفلز في الملح

$$EM_{(Na_2CO_3)} = \frac{M}{n} = \frac{M}{\text{عدد ذرات الفلز المستبدلة بـ } H^{+}} = \frac{106}{2} = 53\ g/eq$$

---

2) حساب الكتلة المكافئة لتفاعلات الترسيب

الكتلة المكافئة لتفاعل الترسيب :- تمثل كتلة المادة التي تحوي او تتفاعل مع مول واحد من ايون موجب احادي الشحنة (الذي يكافئ 1.008 g من الهيدروجين)

الكتلة المكافئة = $\dfrac{\text{الكتلة المولية للمادة}}{\text{عدد الايونات الموجبة X تكافؤها}}$

$$EM = \frac{M}{n} = \frac{M}{\text{عدد الايونات الموجبة X تكافؤ}}$$

مثال // جد الكتلة المكافئة للمواد المشتركة في التفاعل ؟

$$Pb(NO_3)_2 + 2KI \longrightarrow PbI_{2(s)} + 2K^{+} + 2NO_3^{-}$$

نلاحظ علامة (s) في الناتج :- المادة الناتجة مادة صلبة

∴ التفاعل (تفاعل ترسيب)

$$EM_{(Pb^{+2}(NO_3)_2)} = \frac{M}{n} = \frac{M}{\text{عدد الايونات الموجبة X تكافؤها}} = \frac{331}{2 \times 1} = 165.5\ g/eq$$

$$EM_{(K^{+}I)} = \frac{M}{n} = \frac{M}{\text{عدد الايونات الموجبة X تكافؤها}} = \frac{166}{1 \times 1} = 166\ g/eq$$

مهدي الحسناوي

3) حساب الكتلة المكافئة لتفاعلات تكوين معقد

الكتلة المكافئة لتفاعل تكوين معقد :- تمثل كتلة المادة التي تهب او تكسب مزدوج الكتروني .

$$\text{الكتلة المكافئة} = \frac{\text{الكتلة المولية للمادة}}{\text{عدد المزدوجات الالكترونية الموهوبة او المكتسبة}}$$

$$EM = \frac{M}{\eta} = \frac{M}{\text{عدد المزدوجات الالكترونية الموهوبة او المكتسبة}}$$

ملاحظة // تحسب المزدوجات المكتسبة للمركب الذي يعطي الايون المركزي من عدد الليكندات في المعقد الناتج اما عدد المزدوجات الموهوبة من المركب الذي يعطي الليكند فتحسب من عدد الليكندات X عدد المزدوجات الممنوحة منه

وجميع الليكندات في هذا الفصل تمنح مزدوج الكتروني واحد .

مثال // جد EM للمواد المشتركة في التفاعل ؟

$$AgNO_3 + 2KCN \longrightarrow [Ag(CN)_2]^- + 2K^+ + NO_3^-$$

η	η
عدد المزدوجات المكتسبة (عدد الليكندات)	عدد المزدوجات الموهوبة (ليكند واحد x مزدوج واحد)

$$EM_{(AgNO_3)} = \frac{M}{\eta} = \frac{M}{\text{عدد المزدوجات المكتسبة}} = \frac{170}{2} = 85\ g/eq$$

$$EM_{(KCN)} = \frac{M}{\eta} = \frac{M}{\text{عدد المزدوجات الموهوبة}} = \frac{65}{1 \times 1} = 65\ g/eq$$

---

4) حساب الكتلة المكافئة لتفاعلات الأكسدة والاختزال

الكتلة المكافئة لتفاعلات الأكسدة والاختزال :- هي كتلة الكاشف التي تتفاعل او تحتوي على 1.008 g من الهيدروجين أو 8.000 g من الاوكسجين .

$$\text{الكتلة المكافئة للعامل المؤكسد} = \frac{\text{الكتلة المولية}}{\text{عدد الالكترونات المكتسبة}} \quad ، \quad EM = \frac{M}{\text{عدد الالكترونات المكتسبة}}$$

$$\text{الكتلة المكافئة للعامل المختزل} = \frac{\text{الكتلة المولية}}{\text{عدد الالكترونات المفقودة}} \quad EM_{\text{العامل المختزل}} = \frac{M}{\text{عدد الالكترونات المكتسبة}}$$

مثال // جد EM للمواد المشتركة في التفاعل ؟

$$5Fe^{+2} + MnO_4^- + 8H_3O^+ \longleftrightarrow 5Fe^{3+} + Mn^{2+} + 12H_2O$$

التفاعل تفاعل تأكسد واختزال بسبب وجود اختلاف في شحنات الايونات

الحل //

$$5Fe^{2+} \xrightarrow[\text{عامل مختزل}]{\text{فقدان}} 5Fe^{3+}$$

$$EM_{Fe} = \frac{M}{\eta} = \frac{M}{\text{عدد الالكترونات المفقودة}} = \frac{M}{(3-2)} = \frac{65}{1} = 65\ g/eq$$

$$Mn^{7+}O_4 \xrightarrow[\text{عامل مؤكسد}]{\text{اكتساب}} Mn^{2+}$$

$$EM = \frac{M}{\eta} = \frac{M}{\text{عدد الالكترونات المكتسبة}} = \frac{119}{(7-2)} = \frac{119}{5} = 23.8\ g/eq$$

مهدي الحسناوي

ملاحظة // في تفاعلات الأكسدة والاختزال نلاحظ وجود

1) H_3O^+ (دلالة على محيط حامضي)
2) OH^- (دلالة على محيط قاعدي)
3) H_2O (دلالة على محيط متعادل)

وهذه لا تدخل في عملية الأكسدة والاختزال .

ملاحظة // في تفاعلات تحديد (η) والكتلة المكافئة فأذا اعطى في السؤال معادلة موزونة فيمكن استخدام المولات في المعادلة لتحديد (η) للمواد المتفاعلة المشتركة وهي طريقة اسهل .

كما في الامثلة //

$$H_2SO_4 + 2NaOH \longrightarrow Na_2SO_4 + H_2O$$

∴ $\eta\,(H_2SO_4) = 2$

$\eta\,(NaOH) = 1$

$$AgNO_3 + 2KCN \longrightarrow [\,ag\,(CN)_2\,]^- + 2K^+ + NO_3^-$$

∴ $\eta\,(AgNO_3) = 2$

$\eta\,(KCN) = 1$

التحليل الحجمي

تعتمد هذه الطريقة على قياس الحجم الذي يستهلك من محلول الكاشف الكيميائي المعلوم التركيز عند تفاعله كمياً مع محلول المكون المراد تقديره (المجهول التركيز)

المحلول القياسي // محلول يحوي حجم معين منه على كمية معلومة من الكاشف أي هو محلول محلول ذو تركيز معروف بدقة وعن طريق قياس حجمه المستهلك في المعايرة يمكن حساب كمية المكون المراد تقديره .

المحلول القياسي الاولي // هو اذابة كتلة معلومة من مادة قياسية في حجم معلوم من المذيب المستخدم في اذابة الكاشف وغالباً ما يستعمل الماء المقطر كمذيب .

المحلول القياسي الثانوي // هو المحلول الذي يمكن الحصول عليه من عملية المعايرة مع مادة قياسية .

ما هي شروط المحاليل القياسية ؟

وزاري
2015
دور ثاني

1) ان تكون ذات نقاوة عالية .
2) ان لا تتفاعل او تمتص مكونات الهواء الحيوي ولا تتأثر بالضوء .
3) ان يكون لها كتلة مكافئة عالية لتقليل الخطأ في الوزن .
4) ان تكون قابلة للذوبان في المذيب المستعمل في التحليل .
5) ان لا تكون سامة .
6) ان تكون رخيصة الثمن ومتوفرة .

عملية التسحيح

هي عملية اضافة تدريجية للمحلول القياسي من السحاحة الى المحلول المجهول في الدورق المخروطي أو بالعكس وتستمر هذه الاضافة الى نقطة نهاية التفاعل لغرض ايجاد تركيز المحلول المجهول بدلالة تركيز المحلول القياسي عن طريق قياس الحجوم المستهلكة في العملية بدقة .

نقطة التكافؤ :- هي نقطة نظرية افتراضية يكون من المفروض عندها ان تتكافأ كمية المادة القياسية المضافة من السحاحة مع كمية المادة المجهولة الموجودة في الدورق المخروطي وبالعكس .

نقطة نهاية التفاعل :- هي نقطة ينتهي عندها تفاعل التسحيح بين المادة القياسية والمادة المجهولة ويحدد موقعها عملياً بأستخدام الدليل المناسب .

الدلائل :- هي مواد كيميائية تضاف عادة الى محلول التسحيح ولا تشترك عادة في التفاعل بل يتغير لونها او احدى صفاتها الفيزيائية بشكل واضح عند نقطة نهاية التفاعل .

خطأ التسحيح :- هو مقياس لمدى الاختلاف بين مواقع نقطة التكافؤ (النظرية) ونقطة نهاية التفاعل المقاسة عملياً في عملية التسحيح .

المتداخلات :- هي المواد او العناصر التي يؤدي وجودها في العينة الى عدم امكانية التقدير المباشر لأحد مكوناتها .

التحليل التسحيحي :- يطلق على التحليل الحجمي التحليل التسحيحي لان عملية التسحيح هي العملية الاكثر شيوعاً او استعمالاً من عمليات التحليل الحجمي الاخرى مثل تحليل الغازات .

المعايرة :- هي الوسيلة الأساسية المستخدمة في التحليل الحجمي وتتخلص في ان يضاف الكاشف تدريجياً من الحاجة الى المحلول المراد تحليله وتستمر الاضافة حتى بلوغ نقطة التكافؤ .

شروط تفاعلات التسحيح

1) ان يكون التفاعل بسيط ويمكن التعبير عنه بمعادلة كيميائية موزونة تمثل تفاعل المكون المراد تقديره كمياً مع الكاشف القياسي .
2) ان يتجه التفاعل باتجاه واحد فقط (تفاعل غير انعكاسي) .
3) ان يحدث التفاعل انياً (بشكل سريع) لذا يمكن اضافة عامل مساعد لزيادة سرعة التفاعل .
4) يجب توفير وسيلة عملية لتعيين نقطة نهاية التفاعل وذلك عن طريق حصول تغير ملحوظ في احد صفات التفاعل عند نقطة التكافؤ تساعد في تحديد نقطة نهاية التفاعل .

انواع تفاعلات التسحيح

1) تفاعلات الحوامض والقواعد (تفاعل العادل) :-

هو تفاعل تسحيح حامض – قاعدة أو بالعكس يكون ناتجة غالباً ملح فيما تتحد ايونات الهيدروجين والهيدروكسيد لتكوين جزيئات الماء .

مهدي الحسناوي

2) تفاعلات التأكسد والأختزال :-

هي تفاعلات تتضمن تغير في الاعداد التأكسدية للمواد المشتركة ويكون المحلول القياسي اما عامل مؤكسد او عامل مختزل .

3) تفاعلات الترسيب :-

هي تفاعلات تنتج مواد صلبة (رواسب) غير ذائبة مثل تفاعل ايوني الفضة والكلوريد

$$Ag^{+} + Cl^{-} \longrightarrow AgCl \downarrow$$

راسب

4) تفاعلات تكوين معقد :-

تفاعلات تكوين مركبات معقدة تتضمن تكون اصرة تناسقية مثل المعقد $[Ag(CN)_2]^-$

مثال // توضيحي لعملية تسحيح لايجاد كتلة هيدروكسيد الباريوم $Ba(OH)_2$ في عينة .

الحل // تتبع الخطوات التالية :

1) اذابة العينة $Ba(OH)_2$ في الماء المقطر ثم نكمل حجم المحلول الناتج الى $(25\ ml)^2$ بالماء في دورق حجمي .

2) تجري عملية التسحيح بنقل (20 ml) من المحلول المحضر للعينة بأستخدام الماصة الى دورق مخروطي حجمي مناسب .

3) اضافة بضع قطرات من محلول دليل المثيل الاحمر ، وهي مادة عضوية خاملة لا تشترك في تفاعلات التسحيح حيث يتغير لونها من الاصفر الى الاحمر عند نقطة نهاية التفاعل (نتيجة لتغير قيمة pH المحلول) .

4) نبدأ بعملية تسحيح هيدروكسيد الباريوم مقابل حامض الهيدروكلوريك ذو تركيز (0.098 M) أو (0.098 N) وذلك بالاضافة التدريجية لمحلول الحامض (HCl) الموجود في السحاحة الى محلول العينة في الدورق مع التحريك المستمر لمزج المحلولين حيث يتطلب ذلك اضافة اضافة (22.4 ml) من الحامض لحين تغير لون المحلول (لون الدليل المضاف) من الاصفر الى الاحمر .

5) عند تغير لون المحلول أي الوصول الى نقطة نهاية التفاعل (نقطة التكافؤ العملية) حيث تتكافأ كمية المادة المجهولة مع كمية المادة القياسية .

∴ يمكن عندها حساب كمية المادة المجهولة في المحلول من

$$(m\ mol) = V(ml) \times M(m\ mol / ml)$$

كمية المادة المذابة للمحلول

$$(m\ (eq)) = V(ml) \times N(meq / ml)$$

كمية المادة المذابة للمحلول

وتكون كمية المادة المجهولة = كمية المادة القياسية

عدد ملي مكافئات المادة المجهولة = عدد ملي مكافئات المادة القياسية

$$((\ N \times V(HCl) = N \times V(Ba(OH)_2)\ ))$$

∴ بأستخدام هذه العلاقة يمكن حساب التركيز العياري للمادة المجهولة في عملية التسحيح .

∴ لحساب تركيز $Ba(OH)_2$ في المثال التوضيحي .

$$N_{Ba(OH)2} = \frac{0.098\ (meq / ml) \times 22.4\ ml}{20\ (ml)}$$

$$N = 0.1097\ meq / ml = 1.1097\ eq / L$$

ولحساب كتلة المادة المذابة في حجم معين من المحلول (الحجم المستخدم لأذابة العينة يساوي 25 ml)
نجد اولاً الكتلة المكافئة لهيدروكسيد الباريوم

$$Ba(OH)_2 + 2HCl \longrightarrow BaCl_2 + 2H_2O$$

نلاحظ من هذا التفاعل ان قيمة $\eta = 2$

$$\therefore \quad EM = \frac{M_{Ba(OH)2}}{\eta} = \frac{171.33}{2} = 85.7\ g/eq$$

ثم $N\ eq/L = \frac{eq}{V}$

أو بأستخدام العلاقة النهائية الاتية

$$m(g) = N_{eq/L} \times V_L \times EM\ \ g/eq$$

$$m = 0.1097 \times \frac{25}{1000} \times 85.7$$

$$m = 2.35\ g$$

المصطلحات المتناظرة

eq المكافئ ⟷ المول n

EM الكتلة المكافئة ⟷ الكتلة المولية M

N التركيز العياري ⟷ التركيز المولاري M

علاقة الربط بين المولارية والنورمالية

$$((\ N = \eta \times M\ ))$$ مهم

$$(eq/L) \quad (eq/mol) \quad (mol/L)$$

مثال (6 – 6) عند استعمال حامض الكبريتيك من تفاعلات التعادل تكون قيمة ($\eta = 2$) . احسب عيارية محلول الحامض تركيزه (0.23 mol / L) .

$$N = \eta \times M$$

$$N = 2\ (eq/mol) \times 0.23\ (mol/L)$$

$$N = 0.46\ eq/L$$

الادوات المستخدمة فى عملية التسحيح

1) الدورق الحجمي :- يستعمل لقياس حجم المحلول اثناء تحضيره .
2) السحاحة :- تستعمل لقياس حجم المحلول المستهلك اثناء التسحيح .
3) الماصة :- تستعمل لقياس حجم معلوم ومضبوط من المحلول لغرض نقله من وعاء الى اخر .

كيفية حل مسائل التحليل الحجمي

1) المسائل التي تحتوي على تركيز مولاري (M) وفيها مادة واحدة فقط تستخدم العلاقة الاتية لايجاد المجاهيل

$$m = M . V . M$$

س خارجي / ما هي الكتلة اللازمة من هيدروكسيد الصوديوم NaOH لتحضير 500 ml من محلول تركيزه (0.2 M) ؟

الحل //

مادة واحدة (هيدروكسيد الصوديوم) التركيز المولاري (M) $M_{NaOH} = 40$ g/mol

$m = M . V . M$

$m = 0.2 \times \frac{500}{1000} \times 40 \Longrightarrow m = 4$ g

---

2) المسائل التي تحتوي على تركيز نورمالي (*N*) وفيها مادة واحدة فقط تستخدم العلاقة الاتية لايجاد المجاهيل .

$m = N . V . EM$

وتحدد η لحساب EM من العلاقة $EM = \frac{M}{\eta}$

حسب نوع التفاعل المعطى في السؤال

تمرين (6 – 6) ما الكتلة اللازمة من ثنائي كرومات البوتاسيوم 2014 دور ثاني 2015 اول $K_2Cr_2O_7$ (M = 294 g / mol) لتحضير محلول بحجم (2L) وتركيزه 0.12 N من هذا الكاشف ليستعمل كعامل مؤكسد بحسب التفاعل التالي ؟

$$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6Fe^{2+} \rightleftharpoons 2Cr^{3+} + 7H_2O + 6Fe^{3+}$$

الحل //

∴ مادة واحدة $K_2Cr_2O_7$ والتركيز نورمالي

∴ نستخدم المعادلة $m = N . V . EM$

نحسب الكتلة المكافئة بأستخدام المعادلة

$$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6Fe^{2+} \rightleftharpoons 2Cr^{3+} + 7H_2O + 6Fe^{3+}$$

$\eta = 6$

$EM = \frac{M}{\eta} = \frac{294}{6} = 49$ eq / mol

$m = N . V . EM$

$m = 0.12 \times 2 \times 49$

$m = 11.76$ g

مهدي الحسناوي
رحلة التفوق في السادس
عطاء بلا حدود
A .M. Z

تمرين (6 – 7) // احسب كتلة المذاب الموجود في كل من المحاليل الاتية

1) 350 ml من (0.125 M) نترات الفضة (M = 170 g / mol) .

2) 250 ml من 0.1 N محلول البوراكس (M = 381 g / mol) $Na_2B_4O_7.10H_2O$

الحل //

نترات الفضة مادة واحدة والتركيز مولاري

$$m = M . V . M$$

$$m = 0.125 \times \frac{350}{1000} \times 170$$

$$m = 7.4\ g$$

1) محلول البوراكس مادة واحدة والتركيز نورمالي

∴ نحسب اولاً EM من المعادلة

$$B_4O_7^{-2} + 2H_3O^+ + 3H_2O \longrightarrow 4H_3BO_3$$

η

$$EM = \frac{M}{\eta} = \frac{381}{2} = 190.5\ eq / mol$$

$$m = N . V . EM$$

$$m = 0.1 \times \frac{250}{1000} \times 190.5$$

$$m = 4.76\ g$$

---

2) اذا كانت المسألة تحتوي على مادتين مع احد المصطلحات (سحح ، تسحيح ، يكافئ ، يعاير ، معايرة) والتركيز المعطى في السؤال تركيز نورمالي (N)

فيحسب التركيز او الحجم المجهول بأستخدام

meq (للمادة المجهولة) = meq (للمادة المعلومة)

N . V للمجهولة = N . V للمعلومة

* اما اذا كان المطلوب هو النسبة المئوية للمادة المجهولة فتستخدم العلاقة الاتية

meq (المجهولة) = meq (المعلومة)

$$\frac{m}{EM_{\text{المجهولة}}} = N . V_{\text{المعلومة}}$$

رحلة التفوق في السادس
عطاءٌ بلا حدود
A .M. Z

تمرين (6 – 10) // تمت معايرة 0.958 g من عينة تحوي حامض الخليك CH_3COOH (M = 60 g / mol) بالتسحيح مع محلول هيدروكسيد الصوديوم القياسي . بتركيز 0.225 N . فأذا علمت ان حجم محلول القاعدة المضاف من السحاحة اللازم للوصول الى نقطة نهاية التفاعل بلغ 33.6 ml . احسب النسبة المئوية لحامض الخليك في العينة ؟

(السؤال تسحيح مادتين ($NaOH – CH_3COOH$ والتركيز N والمطلوب نسبة مئوية %)

∴ الحل //

$$meq\,CH_3COOH = meq\,NaOH$$

$$\frac{m}{EM} = N \cdot V$$

$$\frac{m}{\frac{M}{n_b}} = N \cdot V$$

$$\frac{m}{\frac{60}{1}} = 0.225 \times \frac{33.6}{1000}$$

$$m = 0.4536\ g$$

$n_b = 1$
CH_3COOH
لانه يحتوي H^+ واحد فقط قابل للتأين

$$\%\ CH_3COOH = \frac{m\,(CH_3COOH)}{m\ \text{العينة}} \times 100\ \%$$

$$\% = \frac{0.4536}{0.958} \times 100\ \%$$

$$\% = 47.34\ \%$$

3) اذا كانت المسألة تحتوي على مادتين مع احد المصطلحات (سُحح ، تسحيح ، يكافئ ، يعاير، معايرة) والتركيز المعطى في السؤال تركيز مولاري (M) فيحسب التركيز او الحجم المجهول بأستخدام

m mol (للمادة المجهولة) = m mol (المادة المعلومة)

M . V (للمجهولة) = M . V (للمعلومة)

* اما اذا كان المطلوب هو النسبة المئوية للمادة المجهولة فتستخدم العلاقة

m mol (المجهولة) = m mol (المعلومة)

$\frac{m}{M}$(المجهولة) = M . V (المعلومة)

انتبه :
يجب مراعاة المولات الفعالة للمادة والتي يمكن اخذ المولات الفعالة من المعادلة حيث كل مادة تأخذ مولات المادة الاخرى في المعادلة

مثال (6 – 7) في عملية تسحيح حامض الاوكزاليك $H_2C_2O_4$ (M = 90 g / mol) مع محلول هيدروكسيد الصوديوم ، تطلب تسحيح 0.1743 g من عينة غير نقية لهذا الحامض اضافة 39.82 ml من (0.09 M) من محلول القاعدة للوصول الى نقطة نهاية التفاعل احسب النسبة المئوية لحامض الاوكزاليك في العينة ؟

2015 دور ثاني

الحل // ∴ السؤال يحتوي مادتين ($NaOH - H_2C_2O_4$) والتركيز (M) مولاري نستخدم :-

$$2X \ m \ mol \ (H_2C_2O_4) = m \ mol \ (NaOH) \ X \ 1$$

يضرب في مولاته الفعالة حيث يحتوي على $2H^+$ قابل للتأين

يضرب جزءه الفعال يحتوي NaOH على (OH^-) واحدة قابلة للتأين

$$2 \ X \left(\frac{m}{M}\right) (H_2C_2O_4) = M \, . \, V_{(NaOH)}$$

$$2 \ X \left(\frac{m}{90}\right) = 0.09 \ X \ \frac{39.82}{1000}$$

$$m = 0.16 \ g$$

$$\% \ H_2C_2O_4 = \frac{m \ (H_2C_2O_4)}{m_{\text{العينة}}} \ X \ 100 \ \%$$

$$\% = \frac{0.16}{0.1743} \ X \ 100 \ \% \qquad \% = 92.4 \ \%$$

تمرين (6 – 8) تستعمل برمنكنات البوتاسيوم $KMnO_4$ في تفاعلات التأكسد والاختزال فأذا تفاعلت هذه المادة في محيط متعادل كعامل مؤكسد لتنتج MnO_2 ، ما قيمة η_b لبرمنكنات البوتاسيوم وكم هي عيارية محلول هذه المادة الذي تركيزه المولاري يساوي (0.05 M)

2014 دور اول

$$K^{+1}Mn^{+7}O^{-8}_4 \longrightarrow Mn^{+4}O^{-4}_2$$

اكتساب e

$$Mn^{+7} \xrightarrow{+3e} Mn^{+4}$$

$$\eta_b = 7 - 4 = 3 \ eq / mol$$

(عدد الالكترونات المكتسبة)

$$N = \eta_b \ x \ M$$

$$N = 3 \ x \ 0.05 = 0.15 \ eq / L$$

رحلة التفوق في السادس
عطاء بلا حدود
A .M. Z

تمرين (6 – 9) تم تقدير محتوى النيكل بعملية تسحيج تعتمد على التفاعل الاتي :-

$$Ni^{2+} + 4CN^{-} \longrightarrow Ni(CN)_4^{2-}$$

فأذا علمت ان (160 mg) من العينة قد استهلكت في تسحيج (38.3 ml) من محلول KCN القياسي بتركيز (0.137 N) للوصول الى نقطة نهاية التفاعل . احسب النسبة المئوية لأوكسيد النيكل (Ni_2O_3) (M = 165 g / mol) في العينة

الحل // السؤال تسحيج مادتين والتركيز N

$$meq(Ni_2O_3) = meq(KCN)$$

$$\frac{m}{EM}(Ni_2O_3) = N \cdot V_{(KCN)}$$

∴ يجب ايجاد EM < Ni_2O_3

ويمكن ان نستفيد من المعادلة

$$Ni^{2+} + 4CN^{-} \longrightarrow Ni(CN)_4^{2-}$$

η

$\eta = 4$ ∴ (لايون نيكل واحد)

∴ $\eta = 8$ (لأيونين نيكل Ni_2O_3)

$$EM = \frac{M}{\eta} = \frac{165}{8} = 20.7 \text{ g / eq}$$

$$\frac{m}{EM}(Ni_2O_3) = N \cdot V_{(KCN)}$$

$$\frac{m}{20.7} = 0.137 \times 38.3$$

$$\therefore m = 108 \text{ mg}$$

$$\% Ni_2O_3 = \frac{m(Ni_2O_3)}{m \text{ العينة}} \times 100 \Longrightarrow \% = \frac{108 \text{ mg}}{160 \text{ mg}} \times 100\% \Longrightarrow \% = 67.5\ \%$$

طرق التحليل الألي

و هو احد أنواع التحليل الكمي يعتمد على استعمال أجهزة متنوعة بإنجاز عملية التحليل .

مكونات الجهاز المستخدم في التحليل :-

يعتمد طرائق التحليل الألي على ظهور إشارة لها علاقة مباشرة او غير مباشرة بنوع و تركيب المادة المراد تحليلها حيث تنتج الإشارة عن تحرك الكترونات المادة

س / على ماذا يعتمد أجهزة التحليل الألي ؟

ج /

1) استخدام الطيف الضوئي .

2) مرور التيار الكهربائي .

س / ما هي أنواع الإشارات في جهاز التحليل الألي ؟

ج /

1) الأشارات الكهربائية .

2) الإشارات الطيفية .

س / ما هي اهم طرق التحليل الألي ؟

ج /

1) طرق كهروكيميائية .

2) طرق طيفية .

س / ما هي مصادر الجهاز المستخدم في التحليل الألي ؟

ج /

1) مصدر للضوء .

2) مصدر للتيار او الجهد .

بعض المواد والأجهزة التقنية

1) مطياف الكتلة

2) مطياف الأشعة تحت الحمراء

3) مطيافية الرنين النووي المغناطيسي n.m.r

1) مطياف الكتلة :- هو جهاز يستخدم لحساب قيم الكتل الذرية النسبية للعناصر كذلك النسبة المئوية لوفرة نظير العنصر . ويعتبر من الأجهزة المتطورة يتحكم فيه نظام حاسوبي متطور غالي الثمن لذلك لا يوجد الا بمعامل الأكاديميات العلمية والمعامل الصناعية و قد ارسل للفضاء .

تمرين (6 – 11) ما أساس عمل جهاز مطياف الكتلة ؟

الجواب // ان أساس عمل الجهاز يتم عن طريق :-

1) فصل الذرات ذات الكتل المختلفة عن بعضها البعض

2) تحويل ذرة العنصر الى ايون موجب احادي وذلك بقذف الذرة بالالكترونات العالية الطاقة و عند اصطدامها تفقد الكترون واحد .

3) تتنافر هذه الأيونات الموجبة بالأقطاب الموجبة لذلك يتسرع اشعاع الأيونات الموجبة .

4) تحرر هذه الأيونات خلال مجال مغناطيسي فتنحرف حسب كتلها لأن المجال يحرف الأيونات الأخف اكثر من الايونات الأثقل فيحدث الفصل .

*** تستخدم مجسات مناسبة لقياس الوفرة النسبية لكل نظير حيث كلما زاد عدد الأيونات التي لها نفس الكتل زاد التيار الكهربائي ونتائج هذه القياسات تظهر على شاشة الحاسوب كرسم بياني (الوفرة مقابل الكتلة)**

مهدي الحسناوي

س / ماهي اهم التطبيقات التحليلية لمقياس طيف الكتلة ؟

الجواب /

1) الكشف عن الملوثات التي تسببها الكيميائيات العضوية الأصطناعية او الزراعية التي تأخذ طريقها الى المجاري المائية و التي تضرنا

2) تعيين الكميات القليلة جداً من العقاقير التي يستخدمها الرياضيون من خلال اخذ كمية من الدم

2) مطياف الأشعة تحت الحمراء

س / ما هي اهم استخدامات هذا الجهاز ؟

ج /

1) تعيين العناصر الكيميائية في المركبات قيد الدراسة او المجهولة التركيب .

2) التمييز بين المركبات العضوية المختلفة .

ملاحظة / يجب ان يمتلك الجزيء عزم ثنائي القطب لكي يكون فعال في هذا الجهاز .

س / ما أساس عمل مطياف الأشعة تحت الحمراء ؟

ج /

1) امرار شعاع من الأشعة تحت الحمراء خلال المادة المراد التعرف عليها .

2) يحدث تداخل بين المجال الكهربائي للاشعة تحت الحمراء مع المجال الكهربائي المتولد من عزم ثنائي القطب .

3) اذا توافق تردد المجالين فإن الجزيء يمتص هذا الاشعاع فينتقل من مستوى اهتزازي واطئ الى مستوى اعلى .

4) عند فقدان الجزء للطاقة ورجوعه الى مستوى اهتزازه الأول يحصل انبعاث للضوء تحت الحمراء .

5) يقوم جهاز الحاسوب بتسجيل هذا الأشعاع و هذه البيانات على ورق بياني باستخدام مصدة تسمى رقم الموجة .

* من تطبيقات هذا الجهاز قياس درجة التيلمر في صناعة البوليمر بقياس التغييرات في طبيعة او كمية روابط معينة عند تردد معين مع مرور الزمن

س / كيف يمكن الأستدلال على المجاميع الوظيفية في المركبات العضوية ؟

ج / هناك ارتباط وثيق بين قمم الأمتصاص الأهتزازي وتركيب المجاميع الوظيفية حيث لكل مجموعة وظيفية حزمة امتصاص او تردد معين تدل على المجموعة لذلك يمكن الاستدلال عليها .

س / تظهر منطقتين طيفيتين في تشخيص المركب العضوي ماهما ؟

ج /

1) منطقة ترددات المجاميع :- وتقع عند الطول الموجي (2.5 الى 8) مايكرومتر حيث يكون الأمتصاص ناتج لمجموعة وظيفية ذات ذرتين فقط وليس امتصاص الجزيئة و تتأثر المجموعة هنا بالمجاميع المجاورة لها و كذلك بالعوامل الفراغية .

2) منطقة العنصر النقي (بصمة الأصابع للعنصر) :- و تقع عند الطول الموجي (8 – 15) مايكرومتر وهي عبارة عن اهتزازات انحنائية للجزيئة ككل و تستخدم لأثبات نوع الجزء او المركب .

س / ما هي استخدامات مطياف الأشعة تحت الحمراء ؟

ج /

1) في علم الطب الشرعي

2) في الصناعة مثل التعرف السريع على القياسات المختلفة من البلمرات و كذلك على المركبات الممتصة بالسطوح و الأمان في المعامل .

تمرين (6 – 12) // ما المقصود برقم الموجة .

رقم الموجة :- و هي عدد الموجات في سنتمتر تستخدم لقراءة الرسوم البيانية في مطياف الأشعة تحت الحمراء .

3) مطيافية الرنين النووي المغناطيسي n.m.r

س / ما أساس عمل مطيافية n.m.r ؟

ج /

1) توضع عينة من مركب يحتوي على انوية عنصر لها اعداد كتل ذرية مثل H لها خواص الدورات مثل الألكترونات في مجال مغناطيسي كبير .

2) عدد قليل من الأنوية تتجه مع المجال بينما عدد كبير يأخذ الأتجاه المعاكس .

3) فرق الطاقة بين الأنوية التي مع الاتجاه (ذات الطاقة القليلة) مع الأنوية التي عكس الأتجاه (ذات الطاقة العالية) يكون له نفس تردد الأشعة الكهرومغناطيسية في مدى تردد الراديو .

4) عند تعريض العينة لنبضات اشعة الراديو فإن بعض انوية اتجاه المجال تنقلب بالاتجاه المعاكس و بسبب الألكترونات المحيطة بالنواة فإن الطاقة اللازمة للرنين تتغير قليلاً و تعتمد على الوسط الكيميائي المحيط و هذا الأختلاف هو مفتاح تعيين المركب .

تمرين (6 – 1) // على ماذا تعتمد تقنية عمل مطيافية n.m.r ؟

ج / تعتمد تقنية عمل مطيافية n.m.r على التداخل بين الخواص المغناطيسية لبعض الأنوية ووسطها الكيميائي يحث تكون هذه الأنوية لها اعداد كتل ذرية مشابه لخواص الدورات مثل الألكترونات .

تجربة عملية لمعرفة اختلاف البروتون في مركب الأيثانول باستخدام مطيافية n.m.r ؟

يقسم مركب الأيثانول الى ثلاثة أجزاء تحتوي على بروتون H $CH_3 - CH_2 - H$

لذلك سوف تظهر ثلاث قمم هي .

1) القمة عند 5.4 ppm و تمثل H الموجود في OH (قمة واحدة)

2) القمة عند 1.2 ppm و تمثل H الموجود في CH_3 وتنشطر الى ثلاث قمم

3) القمة عند 3.7 ppm و تمثل H الموجود في CH_2 و تنشطر الى اربع قمم سبب هذا الأنشطار هو دورات البروتونات على ذرات الكاربون المجاورة ينتج فرق صغير في المجال المغناطيسي يعتمد على عزل البروتون المجاور هل هو في اتجاه او عكس اتجاه المجال المغناطيسي المطيف البروتونات على نفس الذرة و لا تؤثر على بعضها .

التنبؤ بطيف n.m.r

يمكن التنبؤ بطيف n.m.r للمركب المراد تصنيعه ثم يطابق مع الطبق الناتج من المركب .

حيث تستطيع برامج الحاسوب التنبؤ بطيف n.m.r من خلال الصيغ الكيميائية للمركب حيث تعطى البروتونات الموجودة في أوساط كيميائية مختلفة الأشارة عند إزاحة كيميائية مختلفة و تعطي الأزاحة الكيميائية معلومات عن نوع البروتون الموجود .

رحلة تفوق
عطاء بلا حدود
A.M.Z

التعاليل المهمة في الفصل السادس

1) يصنف ايون الرصاص ضمن المجموعة *I*، *II* ؟

ج // لان ذوبانية كلوريد الرصاص عالية نسبياً مما يسبب عدم ترسيبه بشكل تام عند اضافة HCl المخفف .

2) عادة تضاف كواشف كيميائية تدعى الدلائل في عمليات التسحيح ؟

ج // لتحديد نقطة نهاية تفاعل العملية .

3) يفضل اجراء عملية الترسيب من محاليل مخففة للمكون المراد تقديره والعامل المرسب ؟

ج // لأن هذه الظروف تتيح الوقت الكافي لبناء بلورات الراسب والحصول على راسب متبلور .

4) بعد الترسيب في عمليات التحليل الوزني يضاف ما يدعى محلول الغسيل الى الراسب ؟

ج // للتخلص من الملوثات العالقة على سطح الراسب .

5) اجراء عملية الترسيب عند درجات حرارة عالية يؤدي الى تكوين راسب متبلور ؟

ج // لان ارتفاع درجة الحرارة يؤدي الى زيادة ذوبانية معظم الرواسب في اثناء عملية الترسيب وبطء الترسيب واتاحة الوقت اللازم لبناء البلورات .

6) يجب فصل المواد المتداخلة قبل اجراء عملية القياس للمكون المراد تقديره في عملية التحليل

ج // للحصول على نتائج دقيقة للمكون المراد تقديره لان معظم التفاعلات المستعملة في عمليات التحليل الكيميائي مشتركة لعدد من العناصر والمركبات الموجودة في نفس العينة ما يؤثر في نتائج التحليل .

7) في عملية التسحيح تتم الاضافة من السحاحة بشكل تدريجي وعلى شكل قطرة قطرة ؟

ج // من اجل الدقة من ملاحظة تغير لون الدليل عند نقطة نهاية التفاعل العملية .

8) لا يضاف عامل مرسب للمجموعة الخامسة من الايونات الموجبة التي تشمل (K^+ , NH_4^+ , Na^+ , Mg^{+2}) .

ج // لأنها تبقى ذائبة لوحدها في المحلول بعد فصل ايونات المجاميع الاخرى تباعاً .

9) يحضر محلول النموذج بأستعمال مذيب مناسب له القابلية على اذابة جميع اجزاء النموذج ؟

ج // لان معظم عمليات التحليل الكيميائي تجري على محاليل النموذج .

10) يتطلب ان تكون دقائق الراسب ذات حجم كبير نسبياً ومتبلورة ؟

ج // لكن تكون اقل عرضة للتلوث ولا تمر من خلال وسط الترشيح ولا تتأثر بعملية غسل الراسب .

11) يفضل استعمال التركيز العياري (النورمالي) في حسابات التسحيح ؟

ج // لتجنب الالتباس الذي قد يحصل من احتواء مول واحد من المادة على مول واحد او اكثر من الصنف الفعال الذي يشترك في التفاعل .

12) من الضروري معرفة كتل و حجم النموذج المراد تحليله بشكل دقيق ؟

ج // لغرض التعبير الصحيح عن كمية المكون المراد تقديره بدلالة كمية النموذج .

بعض الأسئلة الاثرائية

س1 / تم تحليل عينة كتلتها (1.47 g) من ملح ($CuSO_4.5H_2O$) وزنياً بطريقة التطاير غير المباشر ، حيث سخنت العينة الى درجة 140C° وبعد التبريد و وزن الجزء غير المتطاير وجد ان كتلته تساوي (1170 mg) ، احسب النسبة المئوية لماء التبلور في العينة ؟

الحل //

$$CuSO_4.5H_2O \longrightarrow CuSO_4 + 5H_2O$$

m = 1.47 g   m = 1170   m = ?

$$m_{CuSO_4} = \frac{1170}{1000} = 1.71 \text{ g}$$

$$m_{H_2O} = m_{\text{عينة}} - m_{CuSO_2}$$

$$= 1.47 - 1.17$$

$$= 0.3 \text{ g}$$

$$\%_{H_2O} = \frac{m_{H_2O}}{m_{\text{عينة}}} * 100\ \%$$

$$= \frac{0.3}{1.47} * 100\ \%$$

$$= 20.4\ \%$$

س 2 / يعتبر البراسيتول مسكن جيد للألم ، فلمعرفة النسبة المئوية للكاربون فيه تم حرق عينة من خمسة أقراص من هذا الدواء (كتلة القرص الواحد (250 mg)) في جو مغلق فكانت كتلة غاز CO_2 المحسوبة (2.6 g) احسب النسبة المئوية للكاربون في العينة ؟

الحل //

$$m_{\text{عينة}} = 250 * 5 = 1250 \text{ mg} = 1.25 \text{ g}$$

$$m_C = m_{CO_2} * \frac{M_C}{M_{CO_2}}$$

$$= 2.6 * \frac{12}{44}$$

$$= 0.7 \text{ g}$$

$$M_{CO_2} = 12 + 16 * 2$$

$$= 44 \text{ g / mol}$$

$$\%_C = \frac{m_C}{m_{\text{عينة}}} * 100\ \%$$

$$= \frac{0.7}{1.25} * 100\ \%$$

$$= 56\ \%$$

س 3 / عينة من (5g) من مسحوق خميرة الخبز (بيكاربونات الصوديوم) تحللت بالحرارة حسب التفاعل الأتي $2NaHCO_3 \longrightarrow Na_2CO_3 + CO_2 + H_2O$ احسب نسبة الكاربون و الهيدروجين في العينة علماً ان كتلة غاز CO_2 المتحرر = 1.23 g و كتلة بخار الماء (0.45 g) ؟

الحل //

$$2NaHCO_3 \longrightarrow Na_2CO_3 + CO_2 + H_2O$$

$$M_{CO_2} = 12 + 16 * 2 = 44 \text{ g / mol}$$

$$M_{H_2O} = 16 + 2 = 18 \text{ g / mol}$$

$$m_C = m_{CO_2} * \frac{M_C}{M_{CO_2}} = 1.32 * \frac{12}{44} = 0.36 \text{ g}$$

$$\%_C = \frac{m_C}{m_{\text{عينة}}} * 100\,\% = \frac{0.36}{5} * 100\,\% = 7.2\,\%$$

$$m_H = m_{H_2O} * \frac{M_{H_2}}{M_{H_2O}} = 0.54 * \frac{2}{18} = 0.06 \text{ g}$$

$$\%_H = \frac{m_H}{m_{\text{عينة}}} * 100\,\% = \frac{0.06}{5} * 100\,\% = 1.2\,\%$$

س4 / لمعرفة النسبة المئوية للنيكل في عينة من الفولاذ كتلتها (0.3 g) تم ترسيب النيكل على شكل $Ni(C_4H_7N_2O_2)_2$ (M=288 g/mol) وذلك بإضافة العامل المرسب ثنائي مثيل كلايوكسيم ، فاذا علمت ان كتلة الراسب (0.075 g) احسب النسبة المئوية للنيكل في العينة ؟

الحل //

$$G_{f_{Ni}} = \frac{a}{b} \times \frac{M_{Ni}\left(\frac{g}{mol}\right)}{M_{Ni(C_4H_7N_2O_2)_2}\left(\frac{g}{mol}\right)} = \frac{1}{1} \times \frac{59 \frac{g}{mol}}{288 \frac{g}{mol}} = 0.2$$

$$\%_{Ni} = \frac{Gf * m_{Ni(C_4H_7N_2O_2)_2}}{m_{\text{عينة}}} \times 100\%$$

$$= \frac{0.2 * 0.075}{0.3} \times 100 = 5\,\%$$

س 5 / تم حرق (500 mg) من مادة الكافيين (مادة منبه موجودة في القهوة و الشاي) ، و بعد اجراء الحسابات وجد ان نسبة الأوكسجين فيه تساوي 16.49 % احسب نسبة النتروجين في المركب اذا علمت ان كتلة غاز CO_2 المحسوبة تساوي (907.134 mg) و كتلة بخار الماء (231.75 mg) ؟

$$M_{CO_2} = 12 + 16 * 2$$
$$= 44\ g / mol$$

$$m_C = m_{CO_2} * \frac{M_C}{M_{CO_2}}$$
$$= 907.134 * \frac{12}{44}$$
$$= 247.4\ mg$$

$$\%_C = \frac{m_C}{m_{عينة}} * 100\ \%$$
$$= \frac{247.4}{500} * 100\ \%$$
$$= 49.48\ \%$$

$$m_H = m_{H_2O} * \frac{M_{H_2}}{M_{H_2O}}$$
$$= 231.75 * \frac{2}{18}$$
$$= 25.75\ mg$$

$$\%_H = \frac{m_H}{m_{عينة}} * 100\ \%$$
$$= \frac{25.75}{500} * 100\ \%$$
$$= 5.15\ \%$$

$$\%_N = 100 - (\%_C + \%_H + \%_O)$$
$$= 100 - (49.48 + 5.15 + 16.49)$$
$$= 100 - 71.12$$
$$= 28.88\ \%$$

س 6 / جد عدد غرامات الصوديوم الموجودة في (1ml) من الدم اذا علمت ان الصوديوم يرسب في الدم على شكل $NaZn(UO_2)_3(CH_3CO_2).9H_2O$ ، (M = 849 g/mol) وكتلته تساوي 0.215 g .

الحل //

$$G_{f_{Na}} = \frac{a}{b} \times \frac{M_{Na}\left(\frac{g}{mol}\right)}{M_{NaZn(UO_2)_3(CH_3CO_2)9H_2O}\left(\frac{g}{mol}\right)} = \frac{1}{1} \times \frac{23\frac{g}{mol}}{849\frac{g}{mol}} = 0.027$$

$$m_{Na} = G_f * m_{صيغة\ وزنية}$$
$$= 0.027 * 0.215$$
$$= 0.0058\ g$$

س 7 / سماد فوسفاتي كتلته (0.271 g) رسبت الفوسفات فيه على شكل ($(NH_4)_3PO_4.12MO_3$) فكانت كتلة الراسب (1.168 g) احسب :-

1) النسبة المئوية للفسفور في السماد .

2) النسبة المئوية لـ (P_2O_5) في السماد .

الكتل الذرية N = 14 , H = 1 , P = 31 , O = 16 , M = 96

الحل 1)

$$G_{f_P} = \frac{a}{b} \times \frac{M_P\left(\frac{g}{mol}\right)}{M_{\text{صيغة وزنية}}\left(\frac{g}{mol}\right)} = \frac{1}{1} \times \frac{31\frac{g}{mol}}{455\frac{g}{mol}} = 0.07$$

M = (18 * 4) + 31 + 16 * 4 + 96 * 3 = 455g/mol

$$\%_P = \frac{Gf * m_{\text{صيغة وزنية}}}{m_{\text{عينة}}} \times 100\%$$

$$= \frac{0.07 * 1.168}{0.27} \times 100 = 30\ \%$$

2)

$$G_{f_{P_2O_5}} = \frac{a}{b} \times \frac{M_{P_2O_5}\left(\frac{g}{mol}\right)}{M_{\text{صيغة وزنية}}\left(\frac{g}{mol}\right)} = \frac{1}{2} \times \frac{142\frac{g}{mol}}{455\frac{g}{mol}} = 0.156$$

M = 2 * 31 + 5 * 16 = 142g/mol

$$\%_{P_2O_5} = \frac{Gf * m_{\text{صيغة وزنية}}}{m_{\text{عينة}}} \times 100\%$$

$$= \frac{0.156 * 1.168}{0.27} \times 100 = 67.5\ \%$$

س 8 / تم تحليل محتوى فلز في عينة حيث رسب على شكل X_2O_3 فوجد ان كتلته (54 mg) و الكتلة المولية للصيغة الوزنية تساوي عدد ملي غراماتها المتكونة و النسبة المئوية له في العينة تساوي (20 %)

1) حدد نوع الفلز

2) جد عدد غرامات العينة

الحل // 1)

$$G_{f_X} = \frac{a}{b} \times \frac{M_X\left(\frac{g}{mol}\right)}{M_{X_2O_3}\left(\frac{g}{mol}\right)} = \frac{2}{1} \times \frac{2\,M_X}{M_{X_2O_3}}$$

m صيغة وزنية = M صيغة وزنية

$$m_X = G_f * m_{X_2O_3}$$

$$54 = \frac{2M_X}{M_{X_2O_3}} * M_{X_2O_3}$$

$$M_X = \frac{54}{2} = 27\ g/mol$$

الفلز هو الألمنيوم .

2)

$$\%_{Al} = \frac{m_{Al}}{m_{\text{عينة}}} \times 100\%$$

$$20\ \% = \frac{54}{m_{\text{عينة}}} \times 100\%$$

$$m_{\text{عينة}} = \frac{54 * 100}{20} = 270\ mg$$

س 9 / ماهي كتلة خام بيريت (FeS_2) غير النقي اللازم اخذه بحيث ان كتلة راسب $BaSO_4$ المتكون يساوي نصف النسبة المئوية للكبريت في النموذج ؟

$M_{BaSO_4} = 233\ g/mol$ $\qquad$ $M_S = 32\ g/mol$

الحل //

$$m_{BaSO_4} = \frac{1}{2}\ \%S$$

$$G_f = \frac{a}{b} \times \frac{M_S}{M_{BaSO_4}} = \frac{1}{1} \times \frac{32}{233} = 0.137$$

$$\%S = \frac{Gf * m_{BaSO_4}}{m_{\text{خام بيريت}}} * 100\%$$

$$\%S = \frac{Gf * \frac{1}{2}\%S}{m_{\text{خام بيريت (العينة)}}} * 100\%$$

$$\cancel{\%S} = \frac{0.137 * \frac{1}{2}\cancel{\%S}}{m_{\text{خام بيريت}}} * 100\%$$

$$m_{\text{خام بيريت}} = 0.137 * \frac{1}{2} * 100$$

$$m = 6.85\ g$$

س 10 / قرص من فيتامين C كتلته (500 mg) النسبة المئوية لحامض الأسكوربيك (M = 176 g / mol) فيه تساوي (98 %) اذيب و سحح مع NaOH فأحتاج الى (25 ml) من (NaOH) لأكمال التسحيح ، احسب مولارية NaOH ؟

الحل // السؤال مادتين و التركيز مولاري و المعطى في السؤال كتلته .

$$C_6H_7O_6H + NaOH \longrightarrow C_6H_7O_6Na + H_2O$$

$$M \cdot V_{NaOH} = \left(\frac{m}{M}\right)_{C_6H_7O_6H}$$

$$\%_{C_6H_7O_6H} = \frac{m_{C_6H_7O_6H}}{m_{\text{عينة}}} * 100\ \%$$

$$98 = \frac{m}{500} * 100$$

$$m = \frac{98 * 500}{100} = 490\ mg = 0.49\ g$$

$$V_{NaOH} = \frac{25}{1000} = 0.025\ L$$

$$M * 0.025 = \frac{0.49}{176}$$

$$M = \frac{0.49}{0.025 * 176} = 0.11\ M$$

س11/ لمعايرة حامض البوريك H_3BO_3 (M = 62 g/mol) من عينة غير نقية منه كتلتها (0.415 g) ، سحح مع محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه (0.2 M) فكان الحجم المستهلك في القاعدة للوصول الى نقطة نهاية التفاعل هو (32.5 ml) احسب النسبة المئوية للحامض في العينة حسب تفاعل التعادل التالي :

$$H_3BO_3 + 3NaOH \longrightarrow NaBO_3 + 2H_2O$$

الحل // السؤال مادتين والتركيز مولاري

المطلوب النسبة المئوية

$$\left(\frac{m}{M}\right)_{H_3BO_3} = \frac{1}{3} M \cdot V_{NaOH}$$

$$\frac{m}{62} = \frac{1}{3} * 0.2 * 32.5$$

$$m = 134.3 \text{ mg}$$

$$= 0.1343 \text{ g}$$

$$\%_{H_3BO_3} = \frac{m_{H_3BO_3}}{m_{\text{عينة}}} \times 100\%$$

$$= \frac{0.1343}{0.415} \times 100$$

$$= 32.3 \%$$

س 12 / تم تحليل نموذج من خام الحديد لتقدير كمية الحديد فيه وذلك بإذابة النوذج في محلول حامضي لتحويل الحديد الى Fe^{+2} تم تسحيحه مع محلول قياسي من $K_2Cr_2O_7$ ثنائي كرومات البوتاسيوم تركيزه 0.025 M فإذا كان الحجم اللازم لتسحيح الحديد 35.6 ml ، ما هي كمية الحديد في النموذج (M_{Fe} = 56 g/mol) و حسب التفاعل التسحيحي الأتي :

$$6Fe^{+2} + Cr_2O_7^{-2} + 14H^+ \longrightarrow 2Cr^{+3} + 6Fe^{+3} + 7H_2O$$

الحل // تفاعل مادتين تركيز مولاري و المطلوب كتلته

$$\frac{1}{6}\left(\frac{m}{M}\right)_{Fe} = M.V_{K_2Cr_2O_7}$$

$$\frac{1}{6} * \frac{m}{56} = 0.025 * 35.6$$

$$m = 6 * 56 * 0.025 * 35.6$$

$$= 299 \text{ mg}$$

$$= 0.299 \text{ g}$$

رحلة التفوق في السادس @

س 13 // تم تقدير محتوى المنغنيز في عينة حسب التفاعل :

$Mn^{+2} + 2Fe^{+2} + 4H^{+} \longrightarrow Mn^{+2} + 2Fe^{+3} + 2H_2$

فاذا علمت ان (0.3 g) من العينة كان لازماً للتسحيح مع 50 ml من محلول ايونات الحديد تركيزه (0.1 M) احسب النسبة المئوية لـ (MnO_3) في العينة (M = 103 g/mol) .

الحل // تسحيح مادتين تركيز مولاري و المطلوب حساب النسبة المئوية

$$\left(\frac{m}{M}\right)_{MnO_3} = \frac{1}{2}\, M \,.\, V_{Fe^{+2}}$$

$$\left(\frac{m}{M}\right)_{MnO_3} = \frac{1}{2} * 0.1 * 50$$

$$m = 262.5\ mg$$

$$= 0.2625\ g$$

$$\%_{MnO_3} = \frac{m_{MnO_3}}{m_{\text{عينة}}} \times 100\%$$

$$= \frac{0.2625}{0.3} \times 100$$

$$= 87.5\ \%$$

س 14 / تمت معايرة (100 ml) من محلول KI بالتسحيح مع محلول نترات الرصاص $Pb(NO_3)_2$ القياسي بتركيز (0.4 N) وكان حجم محلول الرصاص المضاف من السحاحة للوصول الى نقطة نهاية التفاعل (50 ml) ماهو تركيز KI المولاري ؟

$Pb(NO_3)_2 + 2KI \longrightarrow 2PbI_2 + 2K^{+} + 2NO_3$

الحل // السؤال مادتين تركيز نورمالي

$$N \,.\, V_{KI} = N \,.\, V_{Pb(NO_3)_2}$$

$$N * 100 = 50 * 0.4$$

$$N = \frac{50 * 0.4}{100} = 0.2\ N$$

η_{KI} = عدد الأيونات الموجبة * تكافؤها

$$= 1 * 1 = 1 eq/mol$$

$$N = M \,.\, \eta$$

$$M = 0.2\ M$$

س 15 / تعد اوكزالات الصوديوم احدى المواد القياسية المستخدمة لمعايرة برمنكنات البوتاسيوم كما في التفاعل : $5C_2O_4^{-2} + 2MnO_2 + 16H_3O^+ \longrightarrow 10CO_2 + 2Mn^{+2} + 14H_2O$
فاذا علمت ان (40.7 ml) من $KMnO_4$ احتاج الى (35.5ml) من المحلول القياسي تركيزه (0.2 M) ، احسب التركيز العياري لـ $KMnO_4$

الحل // $5C_2O_4^{-2} + 2MnO_2 + 16H_3O^+ \longrightarrow 10CO_2 + 2Mn^{+2} + 14H_2O$

ɳ = 2 eq/mol ɳ = 5 eq/mol

$N_{Na_2C_2O_4}$ = M . ɳ
= 0.2 * 2
= 0.4 N

$N \cdot V_{KMnO_4} = N \cdot V_{Na_2C_2O_4}$

N * 40.7 = 0.4 * 35.5

$$N = \frac{0.4 * 35.5}{40.7} = 0.348 \text{ N}$$

س 16 / تم معاملة نموذج في الفوسفات كتلته (0.68 g) لترسيب محتوى الفسفور كمياً على هيئة بابروفوسفات المغنيسيوم $Mg_2P_2O_4$ كتلتها 0.435 g احسب النسبة المئوية للفسفور علماً ان الكتل الذرية Mg = 24   P = 31   O = 16

الحل // $M_{Mg_2P_2O_4}$ = (2 * 74) + (31 * 2) + (16 * 4) = 48 + 62 + 64 = 174 g/mol

$$G_{f_P} = \frac{a}{b} \times \frac{M_P\left(\frac{g}{mol}\right)}{M_{Mg_2P_2O_4}\left(\frac{g}{mol}\right)} = \frac{2}{1} \times \frac{31\frac{g}{mol}}{174\frac{g}{mol}} = 0.36$$

$$\%P = \frac{G_f * M_{Mg_2P_2O_4}}{m_{عينة}} \times 100\%$$

$$= \frac{0.36 * 0.435}{0.68} * 100\% = 23\%$$

المفاهيم الأساسية

طرائق التحليل الوصفي (النوعي): هي مجموعة من طرائق تحليل كيميائي تهدف الى معرفة هوية مكون واحد او اكثر من مكونات مادة او مزيج من المواد و الأسلوب الذي ترتبط به هذه المكونات بعضها بالبعض الأخر .

طرائق التحليل الكمي: هي مجموعة من طرائق تحليل كيميائي تهدف الى إيجاد كمية مكون معين في كمية معينة من النموذج

طرائق التحليل الوزني : هي مجموعة من طرائق التحليل الكيميائي الكمي تعتمد على عزل و قياس كتلة مادة معلومة التركيب الكيميائي تحوي المكون المراد تقديره بشكل نقي و كمي عن كتلة معلومة من العينة المراد تقديرها

طرائق التطاير : هي مجموعة من طرائق التحليل الوزني التي تعتمد على إزاحة المكون المتطاير الموجود في العينة و من ثم إيجاد كتلته بطريقة مباشرة او بطريقة غير مباشرة .

طرائق الترسيب : هي مجموعة من طرائق التحليل الوزني المعتمدة على تحويل المكون المراد تقديره في العينة الى مركب نقي ومستقر كيميائياً ذو صيغة كيميائية معلومة قابلة للوزن عن طريق تفاعلات الترسيب .

المعامل الوزني Gravimetric Factor : هو النسبة بين الكتلة المولية المراد تقديرها الى الكتلة المولية للصيغة الوزنية (الراسب) على شرط ان تحوي كلتا الصيغتين على نفس العدد من ذرات العنصر (او جزيئات المكون) المراد تقديره .

التسحيح Titration : هي عملية إضافة تدريجية للمحلول القياسي من السحاحة الى المحلول المجهول في الدورق المخروطي (او بالعكس) و تستمر هذه الإضافة لحين الوصول الى نقطة نهاية التفاعل ، ويكون الغاية منها هي إيجاد تركيز المحلول المجهول بدلالة تركيز المحلول القياسي عن طريق قياس الحجوم المستهلكة في العملية بدقة .

نقطة التكافؤ Equivalent Point: هي نقطة نظرية (افتراضية) يكون من المفروض عندها ان تتكافئ كمية المادة القياسية و المادة المجهولة ، ويحدد موقعها عملياً (تجريبياً) بالاعتماد على استخدام احد الدلائل المناسبة

خطأ التسحيح : هو مقياس لمدى الأختلاف بين مواقع نقطة التكافؤ (النظرية) ونقطة نهاية التفاعل المقاسة عملياً في عملية التسحيح

الدليل Indicator : هي مادة كيميائية تضاف عادة الى محلول التسحيح و لاتشترك عادة في التفاعل بل يتغير لونها او احدى صفاتها الفيزيائية بشكل واضح عند نقطة نهاية التفاعل .

تفاعل التعادل Nutralization Reaction : هو تفاعل بين حامض و قاعدة يكون ناتجه ملح و غالباً ما يتضمن التفاعل ايضاً اتحاد ايونات الهيدروجين و ايونات الهيدروكسيد لتكوين جزيئات الماء .

تفاعل الترسيب: هو تفاعل ينتج مادة صلبة غير ذائبة (راسب)

تفاعل تأكسد و اختزال Redox Reaction : هو تفاعل يحدث فيه اكسدة واختزال للمواد المتفاعلة .

الملح Salt : هو مركب مكون من ايون موجب (عدا H^+) وايون سالب (عدا OH^- أو O^{2-})

الكتلة المكافئة Equivalent Mass : هي كمية المادة (كتلة المادة) التي تكافئ تماماً كمية ثابتة من مادة أخرى مثل 1.008 g من الهيدروجين او 17.008 g من جذر الهيدروكسيد او 8.000 g من الاوكسجين ، في تفاعل معين ، والكتلة المكافئة للمادة هي كمية غير ثابتة قد تتغير مع نوع التفاعل الذي تشترك فيه

حل اسئلة الفصل السادس

س1// ماهي مولارية و عيارية محلول هيدروكسيد الباريوم المحضر بإذابة 9.5 g من هذه المادة في 2L من المحلول و المستعمل في تفاعل حامض – قاعدة ؟

الحل //

بما أن مادو واحدة $(Ba(OH)_2)$ و التركيز المطلوب M و N

∴ نستخدم العلاقة

$M_{Ba(OH)_2} = 171\ g / mol$

$$m = M . V . M$$

$$9.5\ g = M \times 2L \times 171$$

$$M = \frac{9.5}{2\times171} = 0.025\ M$$

$\eta_{Ba(OH)_2} = (OH^-)$ عدد $= 2\ eq / mol$

$$N = M . \eta$$

$$= 0.025 * 2 = 0.055\ N$$

س2 // ماحجم محلول برمنكنات البوتاسيوم الذي تركيزه 0.2 M اللازم لتسحيح (تفاعل تأكسد و اختزال) 40 ml من محلول 0.1 M كبريتات الحديد (II) في محيط حامضي ؟

معادلة تفاعل التسحيح هي :

$$10FeSO_4 + 2KMnO_4 + 8H_2SO_4 \longrightarrow 5Fe_2(SO_4)_3 + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 8H_2O$$

الحل // مادتين (تسحيح) و تركيز مولاري

$$\frac{10}{2} FeSO_4 + \frac{2}{2} KMnO_4 + 8H_2SO_4 \longrightarrow 5Fe_2(SO_4)_3 + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 8H_2O$$

بما أن التراكيز مولارية

∴ تحتاج لأخذ المولات من المعادلة الموزونة مع قسمة مولات المادتين على المولات الأقل لتصفير الأرقام

$$\frac{10}{2} \times m\ mol\ (KMnO_4) = m\ mol\ (FeSO_4) \times \frac{2}{2}$$

$$5 \times (M . V)_{KMnO_4} = M . V_{FeSO_4}$$

$$5 \times 0.2 \times V = 0.1 \times 40$$

$$V_{(KMnO_4)} = \frac{0.1\times40}{5\times0.2}$$

$$V = 4\ ml$$

س 4 // عدد الأيونات الموجبة المصنفة ضمن المجموعة الثانية مع ذكر العامل المرسب لها ثم بين كيف يمكن فصل ايون النحاس عن ايون الحديديك عند وجودهما في نفس المحلول .

الحل // تتضمن المجموعة الثانية الأيونات الأتية :-

ايون الزئبق Hg^{+2} و ايون النحاس Cu^{+2} و ايون البزموث Bi^{+3} و ايون الكادميوم Cd^{+2} و ايون الرصاص Pb^{+2} و ايون القصدير Sn^{+2} و ايون الزرنيخ As^{+3} و ايون الأنتيمون Sb^{+2} و العامل المرسب لجميع تلك الأيونات هو غاز كبريتيد الهيدروجين H_2S الذي يمرر على المحلول المحمض بحامض الهيدروكلوريك المخفف لتلك الأيونات حيث تترسب جميعها في هيئة كبريتيدات تلك العناصر .

اما فصل ايون النحاس Cu^{+2} عن ايون الحديد الثلاثي فيتم بأمرار غاز كبريتيد الهيدروجين H_2S على المحلول المحمض لهذين الأيونين بحامض الهيدروكلوريك Hcl حيث يترسب النحاس على هيئة CuS بينما لا يترسب ايون Fe^{+3} (لأنه من ايونات المجموعة الثالثة A) وبعد ذلك يفصل راسب كبريتيد النحاس على المحلول بعملية الترشيح كما في المعادلة :

$$Cu^{+2} + H_2S \xrightarrow[\text{مخفف}]{Hcl} CuS\downarrow + 2H^{+}$$

(CuS : راسب)

س5 // اكمل التفاعلات التالية مع ذكر صفات النواتج في كل مما يأتي :-

$$PbCl_2 \xrightarrow{K_2CrO_4 \text{ و ماء مغلي}}$$

$$AgCl \xrightarrow{NH_3} \quad \xrightarrow{HNO_3}$$

$$Hg_2^{+2} \xrightarrow{Hcl \text{ مخفف}} \quad \xrightarrow{NH_3} \quad \xrightarrow{\text{ماء ملكي}} \quad \xrightarrow{SnCl_2} \quad \xrightarrow{SnCl_2}$$

الحل //

$$PbCl_2 \xrightarrow[\text{ماء مغلي}]{K_2CrO_4} PbCrO_4\downarrow$$

($PbCrO_4$: راسب اصفر)

$$AgCl \xrightarrow{NH_3} [\,Ag(NH_3)_2]Cl \xrightarrow{HNO_3} AgCl\downarrow$$

(AgCl : راسب ابيض)

$$Hg_2^{+2} \xrightarrow{Hcl \text{ مخفف}} Hg_2Cl_2\downarrow \xrightarrow{NH_3} Hg(NH_2)Cl\downarrow + Hg\downarrow \xrightarrow{\text{ماء ملكي}} HgCl_2 \xrightarrow{SnCl_2} Hg_2Cl_2\downarrow \xrightarrow{SnCl_2} 2Hg\downarrow$$

(Hg_2Cl_2 : راسب ابيض ، $Hg(NH_2)Cl$: راسب ابيض ، Hg : راسب اسود ، Hg_2Cl_2 : راسب ابيض ، 2Hg : راسب اسود)

س 6// كيف يمكن الفصل بين ايوني Hg_2^{+2} و Hg^{+2} ؟

الحل //

وذلك بأضافة محلول حامض الهيدروكلوريك المخفف حيث يتفاعل مع ايون الزئبق (I) مكوناً راسباً ابيض من كلوريد الزئبق (I) كما مبين في المعادلة الأتية :-

$$Hg_2^{+2} \xrightarrow[\text{المخفف}]{HCl} Hg_2Cl_2\downarrow \text{ (راسب ابيض)}$$

2013 تمهيدي — وزاري

و لا يتفاعل ايون الزئبق (II) مع الحامض و لذلك يبقى ذائباً في المحلول و يفصل لراسب الناتج عن المحلول بطريقة الترشيح و بذلك تتحقق عملية الفصل المطلوبة .

س 7 // اكمل الفراغات التالية :-

1) ايون Cr^{+3} يصنف ضمن الايونات الموجبة للمجموعة الثالثة A و يترسب عند إضافة NH_4OH و NH_4Cl .

2) العامل المرسب للأيونات الموجبة في المجموعة الرابعة هو $(NH_4)_2CO_3$ بوجود العوامل المساعدة NH_4OH و NH_4Cl .

3) محلول من $Al_2(SO_4)_3$ عياريته 0.3 N فأن مولاريته 0.05 .

$n_{Al_2(SO_4)_3}$ = عدد الأيونات الموجبة * تكافؤها = 2 * 3 = 6

$N = M\, n$ $\quad M = \frac{0.3}{6} = 0.05\ M$

4) عند حرق 5.7 mg من مركب عضوي هيدروكاربوني ينتج من عملية احتراقه التام 15.675mg من غاز CO_2 فأن النسبة المئوية للهيدروجين في المركب 25% .

$m_{CO} = m_{CO_2} * \frac{M_C}{M_{CO_2}}$

$m_C = 15.675 * \frac{12}{44}$

$m_C = 4.28\ mg$

$\% = \frac{m_C}{m_{\text{عينة}}} * 100\ \%$

$= \frac{4.28}{5.7} * 100\ \%$

$= 75\ \%$

بما ان المركب هيدروكاربوني و الحرق تام

% 100 = % C + % H

% H = 100 % - % 75 $\qquad$ % H = 25 %

س8// كم هو عدد غرامات يودات البوتاسيوم KIO_3 اللازمة لترسيب 1.67 g من يودات الرصاص $Pb(IO_3)_2$ ؟ $M_{KIO_3} = 214 \left(\frac{g}{mol}\right)$ و $M_{Pb(IO_3)_2} = 557 \left(\frac{g}{mol}\right)$

الحل //

$$G_f = \frac{a}{b} \times \frac{M_{KIO_3}\left(\frac{g}{mol}\right)}{M_{Pb(IO_3)_2}\left(\frac{g}{mol}\right)} = \frac{2}{1} \times \frac{214 \frac{g}{mol}}{557 \frac{g}{mol}} = 0.768$$

$$m_{KIO_3}(g) = m_{Pb(IO_3)_2}(g) \times G_f$$

$$m_{KIO_3}(g) = 1.67\ (g) \times 0.768 = 1.283\ g$$

س9// عند حرق 5.7 mg من مركب عضوي نتج 14.4 mg من غاز ثنائي اوكسيد الكاربون و 2.5 mg من بخار الماء . احسب النسبة المئوية للكاربون و الهيديروجين في المركب ؟

الحل // تحسب كتلة الكاربون من كتلة غاز ثنائي اوكسيد الكاربون المتحرر في هذا المركب :

$$m_C = m_{CO_2} \times \frac{M_C\left(\frac{g}{mol}\right)}{M_{CO_2}\left(\frac{g}{mol}\right)}$$

$$m_C = 14.4\ (mg) \times \frac{12\left(\frac{g}{mol}\right)}{44\left(\frac{g}{mol}\right)} = 3.94\ mg$$

$$\%\ C = \frac{m_C}{m_{CO_2}} \times 100\%$$

$$= \frac{3.94\ (mg)}{5.7\ (mg)} \times 100\ \% = 68.9\ \%$$

كما يمكن حساب كتلة الهيدروجين في المركب من كتلة بخار الماء المتحرر للهيدروجين في الماء :

$$m_H\ (mg) = m_{H_2O} \times \frac{M_{H_2}\left(\frac{g}{mol}\right)}{M_{H_2O}\left(\frac{g}{mol}\right)}$$

$$m_H\ (mg) = 2.5\ (mg) \times \frac{2\left(\frac{g}{mol}\right)}{18\left(\frac{g}{mol}\right)}$$

$$m_H\ (mg) = 0.28\ mg$$

$$\%\ H = \frac{m_H}{m_{H_2O}} \times 100\ \%$$

$$\%\ H = \frac{0.26}{5.7} \times 100\ \%$$

$$= 4.9\ \%$$

س10// ما هي مولارية محلول حامض الهيدروكلوريك ؟ اذا علمت أن 36.7 ml من محلول هذا الحامض تكافئ 43.2 ml من محلول 0.236 M هيدروكسيد الصوديوم ؟

مادتين (تسحيح) و التركيز مولاري

$$M \cdot V_{HCl} = M \cdot V_{NaOH}$$

$$M * 36.7 = 0.236 * 43.2$$

$$M = \frac{0.236 \times 43.2}{36.7} = 0.278\ M$$

س11 // اختر الجواب الصحيح في كل مما يأتي :

1 – قيمة η لملح كبريتات الحديد (III) $Fe_2(SO_4)_3$ المستعمل في تفاعل ترسيب ايون الرصاص هي :

أ) 4 eq / mol .

ب) 5 eq / mol .

ج) 6 eq / mol .

2 – يمكن فصل ايون Cu^{+2} عن ايون Zn^{+2} و ذلك بإضافة : 2013 دور ثاني

أ) حامض HCl المخفف .

ب) امرار غاز H_2S بوجود NH_4OH و NH_4Cl في المحلول .

ج) امرار غاز H_2S بوجود HCl المخفف في المحلول .

3 – النسبة المئوية لمبيد الحشرات $C_{14}H_9Cl_5$ (DDT) في عينة غير نقية منه ، تم تحليل 0.74 g منها وزنيا لتعطي 0.253 g من AgCl هي :

أ) 17% .

ب) 19% .

ج) 21% .

4 – عيارية المحلول الناتج من اذابة 13 g من العامل المؤكسد $K_2Cr_2O_7$ في 500 ml من الماء النقي هي :

أ) 0.53 mole / L

ب) 0.53 eq / L

ج) 3.18 eq / L

الحل // 1)– (جـ) (6 eq / mol)

Fe_2SO_4

η = عدد الايونات الموجبة × تكافؤها

$\eta = 3 \times 2 = 6$

2)– (جـ) امرار غاز H_2S بوجود HCl المخفف في المحلول

3)– (أ)

$$G_f = \frac{1}{5} \times \frac{354.5}{143.5} = 0.494$$

$$m_{DDT} = 0.253 \times 0.494 = 0.125$$

$$\% = \frac{0.125}{0.74} \times 100 = 17\ \%$$

4)– (ب)

$K^{+1}{}_2Cr^{+12}{}_2O^{-2}{}_7 \quad \therefore\ Cr^{6+}$

$$m = N \cdot V \cdot EM$$

$$N = \frac{13}{0.5 \times \frac{294}{6}} = 0.53\ eq / L$$

س12 // لمعايرة محلول NaOH وايجاد تركيزه بشكل مظبوط ، تم تسحيح 25 mL منه مه محلول حامض الكبريتيك H_2SO_4 ذو تركيز 0.08 M وكان الحجم المضاف من الحامض اللازم للوصول الى نقطة النهاية هو 47.1 mL . احسب التركيز المولاري لمحلول هيدروكسيد الصوديوم ، ثم جد عدد غرامات NaOH المذابة في 500 mL من هذا المحلول.

الحل // مادتين (تسحيح) والتركيز مولاري

وزاري 2015 دور ثالث

M = 40 g / mol

$$2M \cdot V_{H_2SO_4} = M \cdot V_{NaOH}$$

$$2 * 0.08 * 47.1 = M * 25$$

$$M = \frac{0.16 * 47.1}{25} = 0.3\ M$$

$$m = M \cdot V \cdot M$$

$$= 0.3 * \frac{500}{1000} * 40$$

$$= 6\ g$$

س13// تم ترسيب محتوى الالمنيوم (M_{Al} = 27 g/mol) في عينة على هيئة أوكسيد الالمنيوم Al_2O_3 ($M_{Al_2O_3}$ = 102 g/mole) فوجد ان النسبة المئوية للصيغة الوزنية في العينة 16.62 % ما النسبة المئوية للالمنيوم في العينة ؟

ج//

$$Gf_{Al} = \frac{a}{b} \times \frac{M_{AL}}{M_{Al_2O_3}} = \frac{2}{1} \times \frac{27}{102} = 0.53$$

$$\%_{Al_2O_3} = \frac{m_{Al_2O_3}}{m_{عينة}} \times 100\%$$

$$\%16.62 = \frac{m_{Al_2O_3}}{m_{عينة}} \times 100\%$$

$$\frac{16.62}{100} = \frac{m_{Al_2O_3}}{m_{عينة}}$$

$$m_{Al_2O_3} = 0.1662\ m_{عينة} \quad \text{——— (1}$$

$$\%_{AL} = \frac{Gf_{AL} * m_{Al_2O_3}}{m_{عينة}} * 100\%$$

نعوض معادلة رقم (1

$$= \frac{0.53 * 0.1662\ m_{عينة}}{m_{عينة}} * 100\%$$

$$= 8.8\ \%$$

س14// عينة غير نقية من أوكسيد الحديد المغناطيسي Fe_3O_4 كتلتها 0.25 g و تم تحليلها بطريقة التحليل الوزني فتم ترسيب الحديد فيها على هيئة راسب من أوكسيد الحديد III Fe_2O_3 فوجد ان كتلته تساوي 0.155 g ما النسبة المئوية لأوكسيد الحديد المغناطيسي النقي في العينة علماً (M_{Fe} = 56 g/mol) و (M_O = 16 g/mol) .

الحل //

ج//

$$G_{F_{Fe_3O_4}} = \frac{a}{b} \times \frac{M_{Fe_3O_4}}{M_{Fe_2O_3}} = \frac{2}{3} \times \frac{232}{160} = \frac{464}{480} = 0.97$$

$M_{Fe_3O_4}$ = (3 * 56) + (4 *16) = 232g/mol

$M_{Fe_2O_3}$ = (2 * 56) + (3 *16) = 160g/mol

$$\%_{Fe_3O_4} = \frac{G_f * m_{Fe_2O_3}}{m_{\text{عينة}}} * 100\%$$

$$= \frac{0.97 * 0.155}{0.25} * 100\%$$

= 60 %

س15// ما مولارية و عيارية محلول H_2SO_4 ($M_{H_2SO_4}$ = 98 g/mole) المحضر بإذابة 4.9 g في 500 ml من الماء المقطر ؟

الحل //

m = M . V . M

$$4.9 = M * \frac{500}{1000} * 98$$

$$M = \frac{4.9}{49} = 0.1\ M$$

$n_{H_2SO_4}$ = عدد H^+ متأينة

= 2 eq / mol

N = M . n

= 0.1 * 2 = 0.2 N

س 16 // تمت معاير 50 mL من محلول حامض HIO_3 (M = 176 g / mole) بالتسحيح مع محلول هيدروكسيد الصوديوم القياسي بتركيز 0.145 N ، فأذا علمت ان حجم محلول القاعدة المضاف من السحاحة اللازم للوصول الى نقطة نهاية التفاعل بلغ 45.8 mL احسب :

أ- التركيز العياري لحامض HIO_3 .

ب- ما هي عيارية محلول الحامض نفسه عند استعماله في تقدير الحديد حسب التفاعل الاتي .

$$HIO_3 + 4FeCl_2 + 5H_3O^+ + 6Cl^- \longrightarrow 4FeCl_3 + ICl_2^- + 8H_2O$$

الحل // مادتين (تسحيح) والتركيز نورمالي (N) ∴ لا نحتاج لمعادلة

2013

أ)

$$meq_{(HIO_3)} = meq_{(NaOH)}$$

$$N . V_{(HIO_3)} = N . V_{(NaOH)}$$

$$N \times 50 = 0.145 \times 45.8$$

$$N = \frac{0.145 \times 45.8}{50}$$

$$= 0.13\ N$$

ب) المطلوب ايجاد عيارية HIO_3 في التفاعل التالي بأستخدام نفس التركيز المستخدم في الفرع (أ) .

$$N = M . \eta$$

$$M = \frac{N}{\eta} = \frac{0.13}{1} = 0.13\ M$$

نستخدم نفس التركيز المولاري و لكن الجزء الفعال يختلف حيث يأخذ من المعادلة .

$$HIO_3 + 4FeCl_2 + 5H_3O^+ + 6Cl^- \longrightarrow 4FeCl_3 + ICl_2^- + 8H_2$$

$$\eta = 4$$

$$N = M . \eta$$

$$= 0.13 * 4 = 0.25\ N$$

حل أخر

$$\left(\frac{N}{\eta}\right)_{أ} = \left(\frac{N}{\eta}\right)_{ب}$$

$$\frac{0.13}{1} = \frac{N}{4}$$

$$N = 0.13 * 4 = 0.25\ N$$

مهدي الحسناوي

س17 // تم تحليل احد هاليدات الباريوم $BaX_2 . 2H_2O$ (حيث ان × تعني هالوجين) بطريقة وزنية وذلك بأذابة 0.266 g من هذا الملح في 200 mL من الماء واضافة كمية زائدة من حامض الكبريتيك H_2SO_4 لاتمام ترسيب الباريوم Ba (M = 137 g / mole) على هيئة كبريتات الباريوم $BaSO_4$ (M = 233 g/mole) فأذا علمت ان كتلة الراسب الناتجة كانت تساوي 0.254 g ، ما نوع الهالوجين الذي تمثله × في ملح الباريوم ؟

الحل // $BaX_2.2H_2O + H_2SO_4 \longrightarrow BaSO_4 + 2HCl + 2H_2O$

نلاحظ من معادلة الترسيب ان مول واحد من هاليد الباريوم يرسب مول واحد من $BaSO_4$

$$n_{BaX_2.2H_2O} = n_{BaSO_4}$$

$$\frac{m}{M} = \frac{m}{M}$$

$$\frac{0.266}{M_{Ba\,x\,2.2H_2O}} = \frac{0.254}{233}$$

$$M = \frac{0.266 \times 233}{0.254}$$

$$M_{BaX_2.2H_2O} = 244\ g / mol$$

$$[\ Ba + 2X + 2\ (\ H_2O\ )\ ] = 244\ g / mol$$

$$137.4 + 2X + 2 * 18 = 244$$

$\therefore$ MX = 35.5 g / mol الهالوجين هو الكلور .

س18 // خليط من 21.2 g Na_2CO_3 (M = 106 g/mol) و 8g NaOH (M = 40 g/mol) اذيب في قليل من الماء المقطر ثم اكمل حجم المحلول للخليط الى ربع لتر احسب حجم محلول حامض HCl الذي عيارته 1.6 N اللازم لمعادلة 20 ml من المحلول القاعدي ؟

الحل // نحسب التركيز العياري لكل مادة

$n_{Na_2CO_3}$ = عدد الايونات الموجبة * تكافؤها

= 2 * 1 = 2 eq/mol

n_{NaOH} = عدد OH^- متأينة

= 1 eq/mol

$$m_{Na_2CO_3} = N . V . EM$$

$$21.2 = N * \frac{250}{1000} * \frac{106}{2}$$

$$N = \frac{21.2}{13.25}$$

$$= 1.6\ N$$

$$m_{NaOH} = N . V . EM$$

$$8 = N * \frac{250}{1000} * \frac{40}{1}$$

$$N = \frac{8}{10} = 0.8\ N$$

$$m\,Eq_{Na_2CO_3} + m\,Eq_{NaOH} = m\,Eq_{HCl}$$

$$N.V_{Na_2CO_3} + N.V_{NaOH} = N.V_{HCl}$$

$$1.6 * 20 + 0.8 * 20 = 1.6 * V$$

$$32 + 16 = 1.6\ V \qquad V = \frac{48}{1.6} = 30\ ml$$

س 19 // اذيب 4.29 g من بلورات كاربونات الصوديوم المائية $Na_2CO_3XH_2O$ في قليل من الماء المقطر ثم اكمل حجم المحلول الى (250 ml) فاذا علمت ان 25 ml من المحلول الأخير يحتاج الى 15 ml من محلول HCl عياريته 0.2 N لمكافئته . ما عدد جزيئات الماء (X) في الصيغة الكيميائية لكاربونات الصوديوم المائية .

$$m\,Eq_{Na_2CO_3XH_2O} = m\,Eq_{HCl}$$

$$N \cdot V = N \cdot V$$

$$N * 25 = 0.2 * 15$$

$$N = \frac{0.2*15}{25} = 0.12\ N$$

$$m = N \cdot V \cdot EM$$

$$4.29 = 0.12 * \frac{250}{1000} * EM$$

$$EM = 143\ g / mol$$

الايتا η = عدد ذرات الفلز * تكافؤه

$$= 2 * 1 = 2eq / mol$$

$$EM = \frac{M}{\eta}$$

$$M = 143 * 2 = 286\ g / mol$$

$$288 = (2 * 23) + 12 + (3 * 16 + 18 X$$

$$18 X = 286 - 106$$

$$18 X = 180$$

$$X = \frac{180}{18} = 10 \qquad Na_2CO_3.10H_2O$$

مهدي الحسناوي

رحلة التفوق في السادس
عطاء بلا حدود
A .M. Z

س20 //أذيب 2.5 g من كاربونات فلز ثنائي نقية (MCO_3 حيث ان M تمثل فلز) في 100 ml من محلول حامضي تركيزه 0.6 N . و بعد انتهاء التفاعل بين المادتين وجد ان المحلول الناتج يحتاج الى اضافة 50 ml من محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH تركيزه 0.2 N لمعادلته . احسب الكتلة المولية للفلز ثم حدد هويته .

وزاري
2013 دور ثاني
2014 دور ثالث
2016 تمهيدي

الحل // من معطيات السؤال يلاحظ ان خليط الحامض و كاربونات الفلز يحتاج الى اضافة هيدروكسيد الصوديوم (قاعدة) .

∴ كمية الحامض = كمية الكاربونات + كمية القاعدة

عدد مكافئات الحامض = عدد مكافئات كاربونات الفلز + عدد مكافئات هيدروكسيد الصوديوم

$$meq(NaOH) + meq(MCO_3) = meq(acid)$$

$$N \cdot V_{NaOH} + \left(\frac{m}{Em}\right)_{MCO_3} = N \cdot V_{(acid)}$$

$$0.2 * \frac{50}{1000} + \frac{m}{EM} = 0.6 * \frac{100}{1000}$$

$$0.2 * \frac{50}{1000} + \frac{2.5}{EM} = 0.06$$

$$EM = 50 \ g / eq$$

كاربونات الفلز MCO_3 ملح يتفاعل مع الحامض و يستبدل الفلز الثنائي التكافؤ M^{+2} بأيوني H^+

$$MCO_3 + 2H^+ \longrightarrow M^{+2} + H_2CO_3$$

$$\therefore \eta_{\text{للكاربونات}} = 2 \ eq / mol$$

$$EM = \frac{M}{\eta} \Rightarrow 50 = \frac{M}{2} \Rightarrow M = 100 \ g / mol$$

$$M (MCO_3) = 100 \ g / mol$$

$$M + 12 + 3 * 16 = 100$$

$$M = 40 \ g / mol$$

∴ الفلز هو Ca

رحلة التفوق في السادس
عطاء بلا حدود
A .M. Z

س21// سخن 1.146g من ملح البوراكس $Na_2B_4O_7.XH_2O$ تسخيناً شديداً فتبقى 0.606g من الملح اللامائي . احسب عدد جزيئات ماء التبلور علماً بأن الكتل الذرية لـ Na=23 B = 11 O = 16 H = 1

الحل //

$$Na_2B_4O_7.XH_2O \xrightarrow{\Delta} Na_2B_4O_7 + XH_2O$$

$$M_{Na_2B_4O_7} = (32 * 2) + (4*11) + (7* 16)$$

$$= 202 \text{ g/mol}$$

$$n_{Na_2B_4O_7.XH_2O} = n_{Na_2B_4O_7}$$

$$\frac{m}{M} = \frac{m}{M}$$

$$\frac{1.146}{M} = \frac{0.606}{202}$$

$$M = \frac{1.146 * 202}{0.606} = 382 \text{ g/mol}$$

$$Na_2B_4O_7.XH_2O = 382$$

$$(23 * 2) + (4 * 11) + (7 * 16) + X18 = 382$$

$$202 + X18 = 382$$

$$X18 = 382 - 202$$

$$X18 = 180$$

$$X = 10$$

$$Na_2B_4O_7.10H_2O$$

س22// ما أهمية جهاز الحاسوب في عمل مطياف الاشعة تحت الحمراء ؟

الحل // يقوم جهاز الحاسوب برسم الضوء المنبعث للاشعة تحت الحمراء على ورق بياني يمثل صورة طيف الاشعة تحت الحمراء

س23// نموذج غير نقي لاوكسيد الكالسيوم CaO كتلته 0.25g (M = 56 g/mol) عند معايرته مع حامض HCl عيارته 0.5 N احتاج الى 17 ml للوصول الى نقطة نهاية التفاعل احسب النسبة المئوية للمادة النقية في النموذج المستعمل ؟

الحل //

عدد الايونات الموجبة * تكافؤها = n_{CaO}

$$= 2 * 1 = 2 \text{ eq/mol}$$

$$EM = \frac{M}{n} = \frac{56}{2} = 28 \text{ g/eq}$$

$$(m\,Eq)_{CaO} = m\,Eq_{HCl}$$

$$\left(\frac{m}{EM}\right)_{CaO} = N.V_{HCl}$$

$$\frac{m}{28} = 0.5 * 17$$

$$m = 238 \text{ mg}$$

$$m = 0.238 \text{ g}$$

$$\%_{CaO} = \frac{m_{CaO}}{m_{\text{عينة}}} * 100\%$$

$$= \frac{0.238}{0.25} * 100\%$$

$$= 95.2\ \%$$

مهدي الحسناوي

س24 // سخنً 5.35g من هيدروكسيد عنصر ثلاثي التكافؤ تسخيناً شديدا فتفكك الى 4g من اوكسيد ذلك العنصر ما الكتلة الذرية للعنصر علماً أن الكتل الذرية لـ O=16 . ، H =

الحل // نفرض العنصر X ثلاثي التكافؤ   هيدروكسيد العنصر $X(OH)_3$ أوكسيد العنصر X_2O_3

$$m_{X(OH)_3} = G_f * m_{X_2O_3}$$

$$5.35 = G_f * 4$$

$$G_f = \frac{5.35}{4} = 1.3375$$

$$M_{X(OH)_3} = X + (2 * 17) = X + 51$$

$$M_{X_2O_3} = 2X + (3 * 16) = 2X + 48$$

$$G_f = \frac{a}{b} * \frac{M_{X(OH)_3}}{M_{X_2O_3}}$$

$$1.3375 = \frac{2}{1} * \frac{X+51}{2X+48}$$

$$2X + 102 = 2.675 X + 64.2$$

$$102 - 64.2 = 2.675X - 2X$$

$$37.8 = 0.675 X$$

$$X = \frac{37.8}{0.675} = 56 \text{ g/mol}$$

العنصر هو Al^{+3}

س25 //

اضيف 20 mL من محلول برمنكنات البوتاسيوم $KNnO_4$ تركيزه 0.3 N الى كمية وافية من محلول يوديد البوتاسيوم KI المحمض ، فتحررت كمية من اليود I_2 التي تم تسحيحها مع محلول ثايوكبريتات الصوديوم $Na_2S_2O_3$ (M = 158 g / mole) حسب التفاعل الاتي:

$$I_2 + 2Na_2S_2O_3 \longleftrightarrow 2NaI + Na_2S_4O_6$$

حيث استهلك 25 mL من هذا المحلول للوصول الى نقطة نهاية التفاعل . احسب :

أ) عيارية محلول $Na_2S_2O_3$

ب) عدد غرامات ثايوكبريتات الصوديوم المذابة في 1L من هذا المحلول .

الحل // أ) من منطوق السؤال كمية اليود المتحررة = كمية برمنكنات البوتاسيوم المضافة

ومن عملية التسحيح ((عند نقطة نهاية التفاعل))

كمية اليود = كمية ثايوكبريتات الصوديوم المستهلكة في التسحيح لذلك يمكن استنتاج :

كمية برمنكنات البوتاسيوم المضافة = كمية ثايو كبريتات الصوديوم المستهلكة في التسحيح

عدد ملئ مكافات $Na_2S_2O_3$ = عدد ملئ مكافات I_2

$$N_{I_2} \text{ (meq / ml) x } V_{I_2} \text{ (ml) } = N_{Na2S2O3} \text{ (meq / ml) x } V_{Na2S2O3} \text{ (ml)}$$

$$N_{Na2S2O3} = \frac{N_{I_2}\left(\frac{meq}{ml}\right) x\, V_{I_2}\ (ml)}{V_{Na2S2O3}}$$

$$= \frac{0.3\left(\frac{meq}{ml}\right)\times 20\,(ml)}{25(ml)} = 0.24 \text{ meq / ml}$$

$$= 0.24 \text{ eq / L}$$

2013
دور اول

ب) لحساب عدد غرامات $Na_2S_2O_3$ المذابة في لتر من المحلول تطبق العلاقة التي تربط بين التركيز العيارية والكتلة وحجم المحلول (قانون العيارية) كالاتي :

$$m\ (g) = N_{(eq/L)} \times V_{(L)} \times EM\ (g/eq)$$

لأجل تطبيق تلك العلاقة ، ينبغي ايجاد الكتلة المكافئة للمركب $Na_2S_2O_3$ حيث تسلك تلك المادة في عملية التسحيح تلك سلوك عامل مختزل اذا تفقد كل جزيئة منها الكترون واحد لذلك تكون قيمه .

$$\eta = 1\ (eq/mol)$$

$$EM_{Na_2S_2O_3}\ (g/eq) = \frac{M\ (g/mol)}{\eta\ (eq/mol)} = \frac{158\ (g/\not{mol})}{1\ (eq/\not{mol})} = 158\ g/eq$$

$$m_{Na_2S_2O_3} = 0.24\ \not{eq}/\not{L} \times 1\not{L} \times 158\ g/\not{eq} = 37.92\ g$$

س 26 / ماكتلة كبريتات الباريوم $BaSO_4$ (M = 233 g/mol) التي تترسب تماماً عند مزج كمية كافية من محلول $BaCl_2$ (M = 208 g/mol) مع 100 ml من حامض الكبريتيك (98 g/mol) علماً ان 20 ml من نفس الحامض تحتاج الى (16 ml) من NaOH تركيزها (0.10 M) لمعادلته .

الحل //

$$m\ mol_{H_2SO_4} = m\ mol_{NaOH} * \frac{1}{2}$$

$$M \cdot V = M \cdot V * \frac{1}{2}$$

$$M * 20 = 0.1 * 16 * \frac{1}{2}$$

$$M = 0.04\ M$$

نحسب مولات H_2SO_4

$$n = M \cdot V = 0.04 * \frac{100}{1000} = 0.004\ mol$$

معادلة الترسيب

$$H_2SO_4 + BaCl_2 \longrightarrow BaSO_4 + 2HCl$$

نلاحظ من المعادلة ان مول واحد من الحامض يرسب مول واحد من $BaSO_4$

$$n_{H_2SO_4} = n_{BaSO_4}$$

$$n_{H_2SO_4} = \frac{m}{M}\ BaSO_4$$

$$0.004 = \frac{m}{233} \qquad m = 0.932\ g$$

س27 // ما هي بعض الاتجاهات التي تستخدم فيها مقياس طيف تحت الحمراء ؟

الحل // 1) علم الطب الشرعي .

2) في الصناعة مثل التعرق السريع على القياسات المختلفة من المبلمرات و كذلك على المركبات الممتصة بالسطوح و الأمان في المعامل .

س28 // اذكر بعض تطبيقات التحليلية التي يستخدم فيها مقياس طيف الكتلة ؟

الحل // 1) الكشف عن الملوثات التي تسببها الكيميائيات العضوية الاصطناعية او الزراعية التي تأخذ طريقها الى المجاري المائية و عند مستويات اقل من التي تضرنا و بدرج عالية الدقة .

2) تعيين الكميات القليلية جداً من العقاقير التي يستخدمها الرياضيون من خلال اخذ عينة من الدم او البول .

س29// ما الية عمل جهاز مطياف الاشعة تحت الحمراء ؟

الحل // الجواب ص (258) في الملزمة .

س30 // ارسم شكل تخطيطي لجهاز مطياف الكتلة ؟

الحل // الرسم ص 178 في الكتاب الشكل (6 – 3) .

س31 // احسب المعامل الوزني لـ $Na_5P_3O_{10}$ (M = 368 g/mole) في $Mg_2P_2O_7$ (M = 222 g/mole)

الحل //

يمكن حساب المعامل الوزني لـ $Na_5P_3O_{10}$ في $Mg_2P_2O_7$ وذلك حسب العلاقة الاتية :

2013
دور اول

وزاري

$$G_f = \frac{a}{b} \times \frac{M_{Na_5P_3O_{10}}}{M_{Mg_2P_2O_7}}$$

$$G_f = \frac{2}{3} \times \frac{368\ (\frac{g}{mol})}{222\ (\frac{g}{mol})} = 1.105$$

س32 // عند اذابة 0.5 g من ملح غير نقي ليوديد الصوديوم NaI (M = 150 g / mol) في الماء و اضافة زيادة من محلول نترات الفضة $AgNO_3$ لترسيب ايون اليوديد بشكل تام ، تم الحصول على 0.744 g من يوديد الفضة AgI (M = 235 g / mol) احسب النسبة المئوية ليوديد الصوديوم في الملح غير النقي .

الحل //

وزاري

2013
دور ثالث
2014
تمهيدي
2016
دور اول

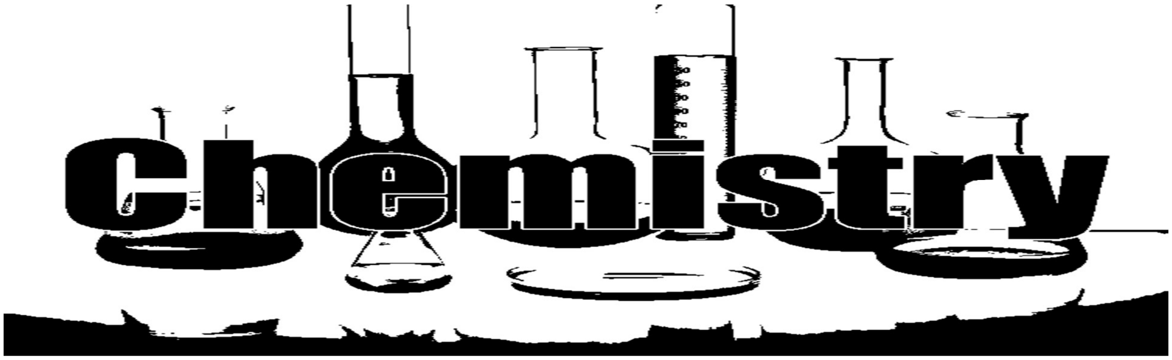
$$G_f = \frac{a}{b} \times \frac{M_{NaI}(\frac{g}{mol})}{M_{AgI}(\frac{g}{mol})} = \frac{1}{1} \times \frac{150\ \frac{g}{mol}}{235\ \frac{g}{mol}} = 0.638$$

$$m_{NaI}\ (g) = G_f \times m_{AgI}\ (g)$$

$$= 0.638 \times 0.744\ g = 0.475\ g$$

$$\%\ NaI = \frac{m_{NaI}}{m_{\text{الملح غير النقي}}} \times 100\%$$

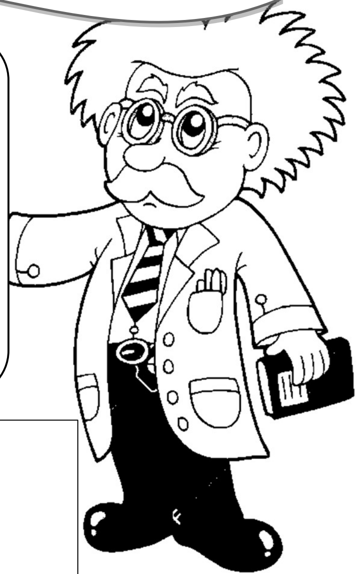
$$\frac{0.475}{0.5} \times 100 = 95\ \%$$



للصف السادس علمي
الفرع التطبيقي

رحلة التفوق في السادس
عطاءٌ بلا حدود

اعداد الأستاذ
مهدي الحسناوي
07807502408



الفصل السابع
الكيمياء الصناعية

الفصل السابع

الكيمياء الصناعيةIndustrial Chemistry

هي فرع من فروع علم الكيمياء تهتم بالتفاعلات التي تحدث في الصناعات و العمليات الهندسية وتعتبر من اوسع العلوم و اكثرها اهمية

فائدة الكيمياء الصناعية :-

1) معرفة الفائدة او الضرر من الصناعات الكيميائية .
2) تطوير المركبات الكيميائية .
3) الاستفادة من الخامات الطبيعية كالبترول.
4) الاسراع و الدقة في تشخيص المواد في عملية البحث العلمي او معرفة تركيبها الكيميائي .

معالجة المياه للانحراف الصناعية

تحتوي المياه الموجودة في الطبيعة على عدد من المواد الكيميائية (عضوية و معدنية) مذابة او معلقة مما يؤدي بالاخلال باتزان البيئة المائية و بالتالي الاضرار بالانسان و الكائنات الحية .

اهم اسباب تلوث المياه :-

1) تنامي الصناعات و الرمي بالفضلات الكيميائية في الماء
2) الملوثات الهوائية مثل اكاسيد الكبريت و النتروجين التي تترسب من الامطار الحامضية مما يؤدي تلوث المياه الى عدة امراض مثل امراض التيفوئيد و الكوليرا .

اهم الملوثات :-

1- الزئبق (Ag) :- ينتج من الصناعات كفضلات بترسيب في لحوم الأسماك لذلك تكون غير صالحة للأكل .

2- الكادميوم (cd) :- يؤثر على مخ العظام ويسبب فقر الدم .

3- الرصاص (Pd) :- لا يقل سمية عن Ag و Cd.

الطرق المتبعة في تنقية المياه الصناعية

اولاً / التخثير Coagulation

هو عملية تشكيل خثرة من المواد المعلقة الموجودة في الماء حيث يزداد حجم هذه الدقائق او تضعف الفتها بالماء الى درجة انما تترسب .

اهم اسباب الخثرة :-

1- تغيير قوى التنافر حول المواد العالقة مما يتيح لقوى فاندر فالز لأن تعمل على جذب الجزيئات الى بعضها و تصادمها .

2- هيدروكسيدات المعادن الموجودة في الماء تترسب وتصطاد في طريقها المواد العالقة و المسببة للموت .

اهم المواد الكيميائية المستخدمة في عملية الخثرة :-

1) كبريتات الألمنيوم $Al_2(SO_4)_3$

2) كبريتات الحديد $IIIFe_2(SO_4)_3$

لكل من هذه العوامل مجالPHخاص به , حيث يعتبر ذات مجال حامضي حيث تتفاعل مع المواد القلوية المسببة للعكرة مثل كاربونات المغنيسيوم او كاربونات الكالسيوم الهيدروجينية حيث تتكون كبريتات الكالسيوم اوكبريتات المغنيسيوم اضافة للرواسب

$$AL_2(SO_4)_2 + 3Ca(HCO_3)_2 \longrightarrow 2AL(OH)_3 + 3CaSO_4 + 6CO_2$$

كبريتات الألمنيوم — كاربونات الكالسيوم الهيدروجينية — راسب هيدروكسيد الألمنيوم — كاربونات الكالسيوم

$$AL_2(SO_4)_2 + 3Mg_2CO_3 + H_2O \longrightarrow 2AL(OH)_3 + 3MgSO_4 + 3CO_2$$

كبريتات الألمنيوم — كاربونات المغنيسيوم — راسب هيدروكسيد الالمنيوم — كاربونات المغنيسيوم

العوامل التي تجعل عامل التخثير اكثر فعالية :-

1- ضبط PH ضمن المجال المحدد للعامل .

2- ضبط درجة الحرارة .

3- وجود ايونات سالبة قوية في الماء مثل SO^{-}_4 و Cl^-.

4- اضافة بولي الكتروليتات .

و لها عدة فوائد منها :

أ- تساعد على توسيع مجال PH الذي يحدث عنده التخثير .

ب- تعمل على تقليل وقت التخثير .

وتتصف الى :

أ- مصعدية تعطي شحنات سالبة .

ب- كاثودية تعطي شحنات موجبة .

ج- ايونية تعطي شحنات موجبة وسالبة .

تمرين (7 - 1) ما السلوك الكيميائي الذي من خلاله تتم عملية التخثير ؟

الجواب // السلوك الكيميائي هو سلوك حامضي حيث تتفاعل عوامل التخثير مع الكاربونات المسببة للخثرة مكونة كبريتات و رواسب .

تمرين (7 - 2) اذكر ثلاث مواد تستخدم في عملية التخثير ؟

الجواب //

1- كبريتات الالمنيوم $AL_2(SO_4)_3$.

2- كبريتات الحديد $IIIFe_2(SO_4)_3$.

3- بولي الكتروليتات .

ثانياً // التلبيد Floccation

هو عملية المزج السريع لأنتشار المادة الكيميائية في كل اطراف الماء .
حيث تعطي اللبادة الوقت الكافي لتكوين الرواسب في عملية التخثر .

علل // تستخدم وحدات مزج او خلاطات تقوم بتحريك الماء في محطات معالجة المياه ؟

الجواب // للتخلص من عملية المزج السريع لأنتشار المادة الكيميائية المخثرة (التلبيد) .

س // ما المقصود بـ (اكسانتات السيليلوز) و ما اهميتها ؟ و كيف تعمل ؟

الجواب // هي مادة بوليمرية لزج لونها برتقال محمر .

اهميتها :- تضاف للمياه الملوثة بالمعادن الثقيلة للتخلص منها .

طريقة عملها :- تقوم بخفض نسبة المعدن الى درجة كبيرة عن طريق استبدال ايون Na^{+1} بأيون ثقيل M^{+n} وتشكيل معقد غير منحل يمكن فصله بإحدى طرق الفصل .

تمرين (3 - 7) متى تضاعف اكسانتات السيليلوز الى الملوثة لغر معالجتها ؟

الجواب // تضاف عندما تكون المياه ملوثة بالمعادن الثقيلة للتخلص منها حيث تخفض نسبة المعدن بإستبدال Na^{+} بـ M^{+n} و تشكيل معقد غير منحل يمكن فصله .

ثالثاً // الفلترة Filtration

هي عملية تقليل او ازالة المواد الصلبة المعلقة في الماء و التي تكون موجودة اصلاً في الماء او تشكلت نتيجة عمليات الترسيب او التخثير .

أ- نعومة وسط الفلترة : -

من اهم مواصفات حبيبات وسط الفلترة .

1- يجب ان تكون ذات مواصفات تمنع الجزيئات المعلقة من المرور خلالها .
2- تقو بمسك الجزيئات بشكل رخو لكي يتستى بعد ذلك عملية غسل الفلز بشكل عكسي .
3- يجل ان تتمكن من حجز اكبر كمية من المواد العالقة .

ب- انواع وسط الفلترة :

الكالسيت :-هو احد انواع المستخدمة في الفلترة و هو كاربونات الكالسيوم $CaCO_3$ المعالج حيث يقوم بتعديل جزء من محتوى الماء من CO_2 عند $PH = 7$ كما في المعادلة

$$CaCO_3 + CO_2 + H_2O \longrightarrow Ca(HCO_3)_2$$

ج- اجهزة الفلترة :

1) فلاتر الفحم المنشط Activaited Carbon Filter :-

تستخدم في التطبيقات الصناعية بشكل واسع

س// ما فائدة فلاتر الفحم المنشط ؟

ج //

1- ازالة الطعم و الرائحة من الماء .
2- تخليص الما من الكلور بتحويله الى ايون الكلوريد .
3- امتصاص المواد العضوية .

2) الفلاتر المغناطيسية Mognatic Felters :-

يستخدم هذا النوع من الفلاتر و التي تحتوي على مغناطيس دائم او مغناطيس كهربائي بإزالة الشوائب الحديدية (اكاسيد الحديد) بشكل دائم .

3) فلاتر متعددة الأوساط Multimedia Filters. :-

تتكون هذه الفلاتر من ثلاث طبقات هي :

أ) الطبقة العليا و هي الأخشن .

ب) الطبقة الوسطى ذات حبيبات متوسطة الخشونة .

ج) الطبقة السفلى ذات حبيبات ناعمة .

س/ ما المقصود بالأمتزاز ؟

ج// هي عملية تعلق دقائق (ايونات , ذرات , جزيئات) مادة على الدقائق الموجودة عند السطح الخارجي لمادة أخرى تكون في تماس معها نتيجة قوى فيزيائية او كيميائية .

تمرين (7 – 4) لماذا يجب ان تمسك الفلاتر المستخدمة الجزيئات المعلقة بشكل رخو ؟

ج // لكي يمكن بعد ذلك غسلها بشكل عكسي بالماء .

تمرين (7 – 5) ما المقصود بفلاتر متعددة الأوساط و ما نوع هذه الأوساط ؟

ج// هي الفلاتر التي تتكون من ثلاث طبقات هي :

1) طبقة عليا تكون خشنة .

2) طبقة وسطى تكون اقل خشونة .

3) طبقة سفلى تكون ناعمة .

رابعاً // ازلة العسرة Water Softenin

هي عملية إزالة جزء من ايونات الكالسيوم و المغنيسيوم من الماء و التي تسبب قساوة للمياه والذي يؤدي الى استهلاك كميات كبيرة من الصابون إضافة الى انها تسبب اضرار بالملابس المغسولة .

اهم المواد المستخدمة في عملية التطرية :-

1) الكلس المطفأ $Ca(OH)_2$

تحضيره : يحضر من إضافة الماء الى الكلس الحي CaO كما في المعادلة :

$$CaO + H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2$$

أوكسيد الكالسيوم — هيدروكسيد الكالسيوم

الكلس الحي — الكلس المطفأ

طريقة عمل الكلس المطفأ : يستخدم في المحطات بشكل كبير حيث يتفاعل مع القساوة الكاربونية (العسرة) الموجودة في الماء لينتج عن ذلك كاربونات الكالسيوم غير منحلة (راسب) و هيدروكسيد المغنيسيوم غير منحل (راسب) يمكن فصلها و التخلص منها كما في المعادلات :

$$Ca(HCO_3)_2 + Ca(OH)_2 \longrightarrow CaCO_3 + 2H_2O$$

راسب

$$Mg(HCO_3)_2 + 2Ca(OH)_2 \longrightarrow Mg(OH)_2 + 2H_2O + 2CaCO_3$$

هيدروكسيد المغنيسيوم

راسب

2) الصودا Na_2CO_3

حيث تتفاعل مع القساوة غير الكاربونية (العسرة) الموجودة في الماء مكونة رواسب غير منحلة كما في المعادلة :

$$CaSO_4 + Na_2CO_3 \longrightarrow CaCO_3 + Na_2SO_4$$

كبريتات الكالسيوم — كاربونات الصوديوم (الصودا) — كاربونات الكالسيوم راسب

3) كلوريد الكالسيوم $CaCl_2$

علل // ما سبب إضافة كلوريد الكالسيوم

ج // لأن كاربونات الصوديوم او كاربونات المغنيسيوم قابلة للذوبان في الماء لكن بعد إضافة $CaCl_2$ يتفاعل معها مكوناً رواسب يمكن فصلها ، كما في المعادلات .

$$MgCO_3 + CaCl_2 \longrightarrow MgCl_2 + CaCO_3$$

كاربونات المغنيسيوم — كلوريد الكالسيوم — كلوريد المغنيسيوم راسب — كاربونات الكالسيوم راسب

$$Na_2CO_3 + CaCl_2 \longrightarrow 2NaCl_2 + CaCO_3$$

كاربونات الصوديوم — كلوريد الكالسيوم — كلوريد الصوديوم — كاربونات الكالسيوم راسب

س / ما المقصود بالقساوة ؟

ج // هي مصطلح يطلق على عسرة الماء و تعني وصف لحالة الماء عندما تكون نسبة الأملاح المعدنية فيه عالية مثل املاح الكالسيوم Ca^{+2} و املاح المغنيسيوم Mg^{+2} و بعض الأملاح المنحلة من البيكاربونات و الكبريتات .

خامساً // التعقيم Disinfection

هو عملية القضاء على البكتيريا الضارة و غيرها من العضيات التي يمكن ان تكون موجودة في الماء .

س / ما هي اهم الطرق الحديثة المستخدمة في المياه (التعقيم) ؟

ج //

1) استخدام تقنية النانوتكنولوجي في كل مرشحات التعقيم .
2) الكلورة .
3) برمنغنات البوتاسيوم .
4) الأوزون .
5) اليود .
6) الهايبوكلوريت .
7) الأشعة فوق البنفسجية .

رحلة التفوق في السادس @

علل // لماذا يجب إزالة عسرة الماء ؟

ج // لأنه عندما يسخن الماء العسر تتكون قشرة صلبة على جدران الأوعية المنزلية و في أجهزة التسخين و في راديترات السيارات لذلك يجب إزالة العسرة للتخلص من هذه الطبقة .

* لا تؤثر عسرة الماء على غسل الصحون بالمواد المنظفة غير الصابون لأنها تتفاعل مع ايونات الكالسيوم و المغنيسيوم .

الماء في الصناعة

الماء مهم جداً في الصناعة حيث تستهلك مصفاة النفط (4) أطنان من الماء لتصنع برميل واحد من النفط ، و يتطلب طن واحد من الفولاذ 300 طن من الماء .

كما ان معمل الورق يستهلك كمية من الماء تعادل ما تستهلكه مدينة تعداد سكانها خمسون الف نسمة .

س // ما الذي يسببه استخدام المياه دون تصفية او تنقية ؟

ج //

1) يسبب التأكل الفيزيائي .

2) الغازات الذائبة في الماء تساعد على النمو الحيوي غير المرغوب للبكتريا .

3) الأملاح الذائبة في الماء تسبب التأكل الكيميائي و الترسبات القشرية .

س // ما هي اهم استعمالات الماء في الصناعة ؟

ج //

1) النقل البري :- مثل عمليات التبادل الحراري لغرض التسخين او التبريد او التكثيف او التجميد او التدفئة المركزية .

2) الاذابة :- يعتبر الماء من افضل مواد الغسيل لأنه مذيب جيد لكثير من المواد الكيميائية ولسهولة الحصول عليه و لرخص ثمنه .

3) التفاعلات الكيميائية :- يستعمل في تحضير الكثير من المركبات مثل (الاستليين ، حامض الكبريتيك ، حامض الفسفوريك) .

$$CaC_2 + 2H_2O \longrightarrow C_2H_2 + Ca(OH)_2$$

كاربيد الكالسيوم ← استلين

$$SO_4 + H_2O \longrightarrow H_2SO_4$$

حامض الكبريتيك

$$P_2O_5 + 3H_2O \longrightarrow 2H_3PO_4$$

حامض الفسفوريك

4) نقل و حمل المواد الصلبة :- حيث يستخدم الماء في نقل الخامات الصناعية داخل و خارج المعمل عن طريق قنوات مائية مثل البنجر السكري ، كذلك تستخدم مياه الأنهار لنقل جذوع الأشجار الى معامل الخشب و الورق .

5) استعمالات أخرى :- مثل توليد الطاقة الكهربائية و إطفاء الحرائق و أغراض صحية أخرى .

مهدي الحسناوي

التأكل

هو التلف و الانحلال التدريجي الذي يصيب الفلتر نتيجة تفاعله كيميائياً او كهربائياً مع الوسط الموجود فيه للانتقال الى حالة اكثر استقراراً .

س // ما هي اهم الخسائر من عملية التأكل ؟

ج //

1) خسائر مادية واقتصادية تفوق التصور .
2) خسائر صحية تتعلق بصحة الانسان .
3) تأثير كبير ع البيئة .

تمرين (7 – 6) لماذا لا يمكن منع عملية التأكل ؟

ج // لأن اغلب المعادن و الفلزات تتواجد في الطبيعة على شكل خامات بشكل اكاسيد معدنية او كاربونات او كبريتات و يكون الفلز على شكل ايون موجب تتم تنقيته بالاختزال بالحرارة او الكهرباء ليكون ايون متعادل مخالف لوضعه الطبيعي و تخزن طاقة في الفلز و عندما يتوفر وضع مناسب للفلز مثل الرطوبة او الغازات او الضغط عليه ينتقل الى وضعه الأصلي (ايون موجب) لذلك يتفاعل مع الوسط المحيط به لتكوين اكاسيد او كاربونات او كبريتات او أي مركب اخر فيحدث التأكل .

س // ما هي العوامل المؤثرة على التأكل ؟ على ماذا يعتمد معدل ومدى التأكل ؟

ج //

1) خواص المعدن .
2) وجود معدن او مادة كقطب سالب .
3) فرق الجهد الكهربائي .
4) نقاوة المعدن .
5) حالته الفيزيائية .
6) المساحات النسبية للقطب السالب و الموجب .
7) الحجم النسبي لذرات المعدن و اوكسيده او نواتج التأكل الأخرى .
8) قابلية ذوبان نواتج التفاعل .

س // ما هي خواص الوسط او المحيط التي تؤثر على التأكل ؟

ج //

1) وجود الرطوبة .
2) PH.
3) تركيز الأوكسجين و ايون المعدن .
4) قابلية التوصيل .
5) الطبيعة النوعية للقطب السالب و الموجب .
6) درجة الحرارة .
7) وجود او عدم وجود عامل مثبط .

مهدي الحسناوي
رحلة التفوق في السادس
عطاءٌ بلا حدود

علل // يفضل استخدام النحاس اكثر من الخارصين و الحديد في صناعة مسامير تثبيت الجسور في الماء كذلك في صناعة تروس تعشيق المكائن ؟

ج // لأن تأكل الخارصين و الحديد اسرع من تأكل النحاس لذلك يفضل النحاس .

الطبيعة الكهروكيميائية للتأكل

سؤال ماهي مناطق سطح المعدن ؟

ج//

1) منطقة مصعدية (انودية) :- تمثل المنطقة المتأكلة من السطح و التي تتعرض للجهد .

2) منطقة مهبطية (كاثودية) :- تمثل المنطقة غير المتأكلة او الأقل تأكلاً .

س // كيف يحدث التأكل على سطح المعدن ؟

ج // عندما يتعرض المعدن للجهد بشكل دوري بسبب الأهتزاز او الضرب او الّلي او الثني او الزخم المتكرر على تروس التعشيق (الكير) ينشأ فرق في الجهدين بين القطبين المنطقتين (الانودية و الكاثودية) فتتعرض المنطقة الأقل جهداً الى الذوبان او التأكل .

تمرين (7 – 7) لماذا يضاف أوكسيد الخارصين الى زيت التعشيق ؟

ج// لكي يترسب الخارصين المعدني على سطوح التروس مما يقلل من فرق الجهد الناتج بين المنطقتين (الانودية و الكاثودية) فيقلل من عملية الأذابة او التأكل .

س // كيف يمكن اثبات تأثير فرق الجهد على التأكل ؟

ج // وذلك بوضع مسمار في كاشف فروكسيل (هو مزيج من محلول سداسي سيانوفيرات IIIالبوتاسيوم و محلول الفينولفثالين) بحيث تتعرض نهايتي المسمار للجهد اثناء الأنتاج نلاحظ ان اطراف المسمار تتحول الى اللون الأزرق و هي المنطقة الأنودية التي تتعرض للجهد اما المنطقة وسط المسمار فتتحول الى اللون الأحمر لذلك فهي المنطقة الكاثودية (القطب السالب)

تمرين (7 – 8) كيف يتم الكشف عن محركات السيارات المسروقة ؟

ج// ان الفولاذ الواقع تحت الرقم الأصلي يبقى تحت الجهد الذي تعرض له اثناء عملية طمس الأرقام او اخفائها بالحك او الصبغ لذلك فأنه سيكون اكثر انودية (موجب) من الفولاذ في الأجزاء الأخرى التي لم تتعرض للاجهاد و بالتالي فأن تأكل الفولاذ المجهد سوف يظهر الأرقام المخفية بعد وضع ورقة نشأ مشعبة بمحلول الكترووليت مع كاشف فروكسيل عليه .

التفاعلات الكهروكيميائية للتأكل

س// ماهي التفاعلات الكهروكيميائية للتأكل ؟

ج// التفاعل المصعدي للمعدن المتأكل :- هو عبارة عن اكسدة المعدن الى ايونه في بيئة ما ويوصف هذا التفاعل بتفاعل ذوبان المعدن او إزالة الالكترون .

(حيث n تمثل الشحنة) $M \longrightarrow M^{+n} + ne^-$

ملاحظة // يعتمد على التفاعلات المصعدية على عدد المعادن لذلك قد يكون هناك اكثر من تفاعل مصعدي في السبيكة الواحدة .

التفاعل المهبطي :- يعتمد على بيئة التفاعل و كالاتي :-

1) في الوسط الحامضي عند PH اقل من 5 يتصاعد غاز H_2

$$2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2$$

2) في الأوساط القريبة من التعادل (5 الى 9) وكذلك في الاوسطا القاعدية اكبر من 9 فيكون المهبط اختزال للأوكسجين

$$O_2 + 2H_2O + 4e^- \longrightarrow 4OH^-$$

3) في وسط ايونات معدنية هناك احتماليين :-

أ) يختزل ايون المعدن الى ايون اخر

$$M^{+n} + e^- \longrightarrow M^{(n-1)}$$

ب) يختزل ايون المعدن الى ذرات (أي ترسيب)

$$M^{+n} + e^- \longrightarrow M$$

يعتمد هاذين التفاعليين على الجهد الكهروكيميائي للمعدن

ثرموداينميكية التأكل

يمكن معرفة تلقائية او عدم تلقائية التأكل من خلال قيمة ΔG

فإذا كانت اسالبة فيكون تلقائي واذا كانت موجبة فيكون غير تلقائي

مثال // تأكل الحديد في وسط حامضي ؟

انود $Fe \longrightarrow Fe^{+2} + 2e^-$ $E°_{OX} = +0.44\ V$

كاثود $2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2$ $E°_{red} = 0.0\ V$

حيث يمكن حساب ΔG_{OX} و ΔG_{red} ثم حساب ΔG حسب القانون :

$$\Delta G = \Delta G_{OX} + \Delta G_{red}$$

و يمكن ربط ΔG مع جهد القطب حسب القانون

$$\Delta G°_{OX} = -nFE°_{OX}$$

$$\Delta G° = -nFE°_{red}$$

مثال // احسب الطاقة الحرة القياسية للتفاعل $Fe \longrightarrow Fe^{+2} + 2e^-$

علماً ان جهد اختزال الحديد $E°_{Fe^{+2}/Fe} = -0.44\ V$

الجواب // اعطى جهد اختزال و المعادلة انود $E°_{OX} = +0.44\ V$ $Fe \longrightarrow Fe^{+2} + 2e^-$

لأذلك يجب ان تقلب الأشارة

$$\Delta G°_{OX} = -nFE°_{OX}$$

$$= -2 * 96500 * 0.44$$

$$= -\ 84920\ J$$

اشارة سالبة اذن التفاعل تلقائي

مهدي الحسناوي

تمرين (7 - 9) احسب الاقة الحرة الياسية للتفاعل $Cd \longrightarrow Cd^{+2} + 2e^-$
علماً ان جهد اختزال الكادميوم يساوي -0.4v

الحل // اعطى في السؤال جهد اختزال و المعادلة انود لذلك تقلب الاشارة

$Cd \longrightarrow Cd^{+2} + 2e^-$ $\quad E°_{ox} = +0.4\ V$

$\Delta G°_{ox} = -nFE°_{ox}$

$= -2 * 96500 * 0.4$

$= -77200\ J$ اشارة سالبة اذن التفاعل تلقائي

السيطرة على التأكل

اهم القواعد العامة للسيطرة على التأكل

1) اختيار المواد (المعدنية و غير المعدنية)

س // ماهي شروط اختيار المعدن .

أ) يجب معرفة الخواص الكيميائية للمعدن و المحيط الذي ستعمل فيه اضافة الى كلفته المادية .

ب) عزل المواد المعدنية عن المعادن الأكثر كاثودية اذا كان المعدن فعال .

ج) يجب ان تكون جهود الأكسدة للمعدنين الموجودين في مكان واحد متقاربة ومتماثلة .

د) وجود طلاء واقي فوق المعدنيين سيقلل من فرص التحفر على السطح .

2) استبعاد الرطوبة

س // كيف يمكن التخلص من الرطوبة .

أ) حفظ الاجزاء المعدنية في بلاستك غير نفاذ يحتوي على السليكا النشطة .

ب) استعمال مثبط ما اذا كانت هناك رطوبة كبيرة .

3) السيطرة على حامضية او قاعدية المحيط :- كل معدن يتأكل عند وسط معين حيث القصدير يتأكل اذا كانت PH اعلى من 8.5 .

4) تجنب الزوايا الحادة او نقاط الأرتباط في تصميم المعدات (علل)

ج// لأن هذه الزوايا تشكل مساحات ركود نتراكم فيها الأوساخ و الترسبات و التي تؤدي الى حدوث عملية التأكل فتتكون ما يسمى خلايا التركيز .

5) اذا تعذر تغيير طبيعة وسط التأكل يجب السيطرة عليه بالأمور التالية :-

أ) استعمال الأنودات الذوابة (تصنع من معادن فعالة) كما في السفن حيث توضع قضبان من المغنيسيوم على جوانب السفن لحماية البدن من التأكل .

ب) غمس المغنيسيوم في غلايات الماء المنزلي لتجنب الصدأ الناتج عن الماء .

ج) وضع قطع من الكالسيوم في الأجزا الداخلية لمحركات السيارات لحمايتها بالطريقة الكاثودية

تمرين (7 - 10) ما المقصود بالحماية الكاثودية .

ج// هي طريقة توجيه تيار يحول العدن المتأكل من كونه انود (موجب) الى كاثود (سالب) حيث تستعمل هذه الطريقة في حماية الهياكل المدفونة مثل خطوط الأنابيب و السفن المتوقفة و الخزانات حيث يوجه تيار مباشر الى انود ما مثل كرافيت او حديد غني بالسيليكون .

مهدي الحسناوي

المثبطات

مثبط التأكل :- هو مادة كيميائية تضاف بكميات قليلة الى وسط التأكل للحد من سرعة التأكل للمعدن .

س// كيف يعمل المثبط ؟

ج// يعمل على سطح المعدن او قريب منه من خلال ازالة المواد المسببة للتأكل ويمكن اعتباره عامل مضاد للعامل المساعد حيث يقلل او يوقف التفاعل .

تقسم مثبطات التأكل حسب طبيعتها الكيميائية الى :-

1) مثبطات عضوية :

أ) الغرويات العضوية :- حيث تكون طبقات واقية بالامتصاص .

ب) قواعد عضوية مثل الامينات و البريدين :- حيث تكون ايونات موجبة تربط نفسها من خلال ذرة النيتروجين الى السطح الكاثودي .

2) مثبطات غير عضوية :-

أ) سليكات الصوديوم Na_2SiO_3 :- تضاف الى المحاليل الملحية المنقولة بالانابيب بتركيز قليل حيث تعالج مشكلة النضح فتقلل من التأكل .

ب) بنزوات الصوديوم C_6H_5COONa :- تستخدم كمثبط لتأكل الحديد .

تمرين (7 - 11) ما المواد المستخدمة في محلول مانع التجمد

الجواب // المواد المستخدمة هي

1.5 % بنزوات الصوديوم مع 0.1 % نترات الصوديوم القاعدية مع هيدروكسيد الكالسيوم $Ca(OH)_2$ حيث يعمل كمثبط كاثودي لأنه يرسب $CaCO_3$.

س // كيف يتم قطع تيار التأكل ؟

ج // بعد اضافة $Ca(OH)_2$ يعمل كمثبط كاثودي حيث يرسب $CaCO_3$ في المياه الحامضية فتنجذب الدقائق الغروية لكاربونات الكالسيوم المشحونة بشحنة موجبة الى مناطق الكاثود مما يتسبب ترسيبها هناك فيقطع تيار التأكل .

الطلاء و الاصباغ

الطلاء :- منتج كيميائي عبارة عن دقائق ناعمة غير شفافة تكون محاليل عالقة في سائل يسمى الحامل (الوسيط Vehicle)

علل// ما سبب طلاء المعادن والادوات المنزلية ؟

ج// لحمايتها من التأكل و التلف و ذلك بطلاء الاسطح الخارجية بغشاء كيميائي يسمى (الطلاء) تعمل الدقائق على تغطية السطح الخارجي و يعمل السائل على ربط الدقائق فيتوفر غشاء واقي .

مهدي الحسناوي

اهم انواع الطلائات

اولاً الطلاء الزيتى Orying oil paints

و يستخدم للطلاء الخارجي ويتألف من :

1) الصبغات :- عملها الرئيسي تعطي اللون المميز للطلاء

اهم صفاتها :

أ) اللون

ب) قدرتها على اخفاء السطح المطلي

ج) امتصاص الزيت الذي يمثل كمية الزيت اللازمة لترطيب وزن قياس من الصبغة يحث سينساب او يكون سائل مستعلق

د) السلوك الكيميائي لها

تقسم الصبغات حسب لونها الى :

أ) الصبغات البيضاء : هي صبغة الرصاص البيضاء (كاربونات الرصاص القاعديه) يحتوي على الرصاص وكبريتيد الخارصين والذي يمكن تحضيره

$$Zn+2HCl \longrightarrow ZnCl_2+H_2$$

$$ZnCl_2+BaS \longrightarrow ZnS+BaCl_2$$

تمتاز بالقدره العاليه على الاخفاء ولا تتأثر بكبريتيد الهايدروجين

علل // لاتستخدم صبغة الرصاص البيضاء فى طلاء المطابخ ؟

ج // لانها تحتوي على عنصر الرصاص السام .

ب) الصبغات الحمراء :- مثل صبغة الرصاص الاحمر والتي تحضر من تسخين الرصاص الابيض

$$3Pb(OH)_2 + 3PbCO_3 + O_2 \longrightarrow 2Pb_3O_4 + 3H_2O + 3CO_2$$

وتستعمل كصبغة اولية للسطوح المعدنية وذلك لكونها مادة مضادة للتأكل

ج) الصبغات السوداء :- مثل صبغة السخام السوداء والتي تحضر من كرومات النحاس مع ثنائي اوكسيد المنغنيز وهي افضل لطلاء المعادن من اسوداد الكاربون .

2) السائل الحامل للصبغة The Vehicle

هي زيوت دهنية غير مشبعة منها زيت بذور الكتان و زيت الخروع و زيت الصويا و زيت التانغ (زيت خشب الصين) و زيوت اخرى .

س // كيف يحضر زيت بذور الكتان المستخدم فى الطلاء ؟

ج // يحتوي بذور الكتان على نسبة 43% من الزيت يستخلص بالضغط و الحرارة مع بعض المواد الجيلاتينية التي يمكن ازالتها بترشيح الزيت وتترك بذور الكتان الخام فترة طويلة نسبياً يتم خلالها ترسيب المواد الجيلاتينية ليستعمل زيت الكتان في الطلاء مع او بدون صبغة .

تمرين (7 - 12) ما العوامل التي تؤثر على خواص الطلاء ؟

ج // 1) رقم اليود Iodine Number :- يمثل هذا الرقم عدد مليغرامات اليود الممتص من قبل غرام واحد من الزيت و بالتالي يمكن تحديد درجة الأشباع و ميل الزيت الدهني على امتصاص الاوكسجين و الجفاف فكلما زاد رقم اليود تبين جودة الحامل المستخدم .

2) رقم التصبن :-يمثل عدد مليغرامات KoH المستعملة لكل غرام زيت حيث ان القاعدة تتفاعل مع الزيوت الدهنية منتجة الصابون و الزيادة في KoH يتم تحديدها بالمعايرة مع حامض قياسي

تمرين (7 - 13) ما اهمية رقم التصبن لمعرفة جودة الطلاء ؟

الجواب // رقم التصبن يعتبر مقياس لمعرفة جودة الطلاء فكلما كان رقم التصبن عالي كان الطلاء جيد و اذا كان منخفض يعني وجود كمية كبيرة من المخفف مثلاً ، زيت البارافين له رقم تصبن يساوي صفر لذلك لا يتفاعل مع KoH اما الزيوت الدهنية لها رقم تصبن يتراوح بين 150 الى 195

3) المخففات Tninners

هي مركبات كيميائية تستعمل لتقليل لزوجة زيوت التجفيف

حيث تعمل على :-

أ- زيادة تغلغل الحامل

ب- زيادة القابلية ذوبان المواد المعدنية التي يرغب باضافتها الى الحامل .

اهم انواع المخففات :-

أ- التوربينتين Turpentine :- و يعتبر من اقدم المخففات و اوسطها انتشاراً في الطلاءات الزيتية .

س// ما هي اهم مركبات التوربنتين ؟

الجواب //

1) الفابينين Pinene

2) بيتابينين pinene

3) كامافنين phene

ب- الكحولات البترولية Petroleum Spirits

هي مخففات ذت لزوجة منخفضة تغلي في درجة حرارة بين (150 C° الى 200 C°) و عندما يجف غشاء الطلاء فإن هذا النوع من المخففات يفقد بالتبخر .

4) المجففات Driers :- هي عوامل مساعدة في عملية التجفيف اي امتصاص الاوكسجين و عادة هي صابونيات معدنية او راتنجية .

س// ما هي اهم انواع المجففات ؟

1) مجففات الفناديوم :- و تعتبر اسرع انواع المجففات تقريباً بمقدار مرتين و نصف عن المجففات الاخرى .

2) مجففات المنغنيز .

3) مجففات الرصاص .

مهدي الحسناوي

ملاحظة // كلما زادت كمية المجفف كلما كان الطلاء يميل لتكوين اغشية صلبة ولماعة .

5) الطبيعة الكيميائية لزيوت التجفيف

س // ما التركيب الكيميائي لزيوت التجفيف الدهنية ؟

ج // زيوت التجفيف الدهنية عبارة عن استرنتج من تفاعل الكليسرول مع حوامض كاربوكسيلية غير مشبعة تحتوي على اصرة مزدوجة او اكثر .

س// طبيعة عمل زيوت التجفيف الدهنية ؟

ج// عندما يتعرض الزيت للهواء فأنه يتم امتصاص الاوكسجين ليكون بيروكسايد عضوي مثل حامض اللينوليك linoleicacid صيغته التركيبية :

$$CH_3 - (CH_2)_4CH=CH - CH_2 - CH=CH-(CH_2)_7 - COOH$$

عند تعرضه للهواء يكون بيروكسيد عضوي

$$CH_3 - (CH_2)_4CH-CH - CH_2 - CH-CH-(CH_2)_7 - COOH$$

O - O   O - O

حيث يعمل البيروكسايد العضوي كعامل مساعد يعجل التجفيف او كون غشاء مستقر صلب للطلاء .

س // علام تعتمد مسامية الغشاء الصلب للطلاء ؟

ج // تعتمد على طبيعة و تركيز زيت التجفيف

ثانياً // الطلاء المائي

س// ما هي مكونات الحامل في الطلاء المائي ؟

ج//

1) بروتين مثل بروتين الصويا .
2) مذيبات البروتين .
3) مواد حافظة و اخرى مانعة للعفن .
4) صبغة يمكن ان تتعلق بالحامل .
5) زيت التجفيف .

س// بماذا تمتاز الصبغات و الطلاءات المائية ؟

ج//

1) لها فترة جفاف قصيرة ورائحتها قليلة .
2) يمكن العمل بها بسهولة بواسطة الفرشاة و تنضيف الفرشاة بسهولة .
3) يمكن استعمال الماء كمجفف .
4) تنظيف البقع الناتجة عنها يكون سهلاً باستخدام قطعة قماش رطبة .

علل// تمتلك الطلاءات المائية قدرة قوية على اخفاء السطوح التى تغطى بها ؟

ج// بسبب ترتيب الصبغة في الغلاف الجاف .

رحلة التفوق في السادس
عطاءٌ بلا حدود

العوامل المساعدة المحفزة

العوامل المساعدة (الحفازات) // مواد تزيد من سرعة التفاعل دون ان تتغير كيميائياً بشكل دائم .

تمرين (7 - 14) لماذا توضع محولات مساعدة على عوادم السيارات ؟

ج // للتخلص من غاز CO السام و غاز NO السام و الهيدروكاربونات غير المحترقة الناتجة عن الاحتراق الغير التام للبنزين داخل المحرك و التي تؤدي الى تكوين الضباب (الضوء الكيميائي) و الذي يعتبر من اكثر الملوثات التي تؤذي الانسان و الحيوان و النبات .

علل // لماذا تعتبر العناصر الانتقالية عوامل مساعدة فعالة ؟

1) لها العديد من حالات التأكسد و بالتالي يسهل عليها نقل الالكترونات و خفض طاقة التنشيط و زيادة سرعة التفاعل .

2) تستطيع ان ترتبط بالعديد من الايونات و الجزيئات في مدى واسع و بالتالي تكون اعداداً مختلفة من الاوامر تؤدي الى ربط و التحام المواد المتفاعلة في مكان التفاعل .

اسئلة الفصل السابع

س1// ما المقصود بما يأتي :

1) التخثير :- هو عملية تشكيل خثرة من المواد المعلقة الموجودة في الماء ليسهل ترسيبها .

2) الطلاء :- منتج كيميائي عبارة عن دقائق ناعمة غير شفافة تكون محاليل عالقة في سائل يسمى الحامل (الوسيط) تعمل هذه الدقائق على تغطية السطح الخارجي .

3) كاشف فروكسل :- مزيج من محلول سداسي سيانو فيرات III البوتاسيوم و محلول الفينولفثالين يستخدم لتحديد تأثير الجهد على معدل التأكل .

4) الفلترة :- عملية تقليل او ازالة المواد الصلبة المعلقة في الماء الموجودة اصلاً او تكونت نتيجة الترسيب و التخثير .

5) التأكل :- ظاهرة طبيعية نشطة لا يمكن منعها بل فقط تثبيطها و تقليلها للحد منها وتمثل التلف او الانحلال التدريجي الذي يصيب الفلز نتيجة تفاعله كيميائياً او كهربائياً مع الوسط .

6) التطرية :- عملية ازالة جزء من ايونات الكالسيوم و المغنيسيوم من الماء حيث تسبب هذه الايونات قساوة للمياه تسبب اضرار في الملابس المغسولة .

7) رقم اليود :-

8) الضوء الكيميائي :- هو ضباب ناتج عن الاحتراق الغير تام للبنزين في محركات السيارات و الذي يكون غاز CO السام و غاز NO السام و بعض الهيدروكاربونات الغير محترقة و هي من اكثر الملوثات المؤذية للأنسان و الحيوان و النبات .

9) الانودات الذائبة :

10) رقم التصبن :- هو عدد مليغرامات KoH المستعملة لكل غرام زيت حيث يتم تسخين عينة من الزيت مع كمية كافية مقاسة من KoH المذابة في الكحول .

س2// علل ما يأتي :

مهدي الحسناوي

1) اضافة حفازات في عوادم مساعدة السيارات ؟

ج/ نفس جواب تمرين 7 - 14

2) تعتبر العناصر الانتقالية عوامل مساعدة فعالة ؟

ج/ تم جوابه في الملزمة ص (301)

3) يغمر المغنيسيوم في غلايات الماء المنزلي ؟

ج/ لتجنب الناتج عن الماء .

4) عدم استخدام الطلاءات التي تحتوي على صبغة الرصاص في طلاءات المطابخ ؟

ج/ لأحتوائها على الرصاص مادة سامة .

5) اهمية دراسة ومعرفة اسباب التأكل ؟

ج/ لأن الخسائر التي تفوق التصور منها خسائر مادية و اقتصادية و صحية تؤثر على صحة الانسان بشكل مباشر او على البيئة المحيطة به .

6) استخدام خلاطات او وحدات مزج في محطات معالجة المياه ؟

ج/ لكي تقوم بتحريك الماء في قنوات خاصة بسرعة عالية جداً لأنتشار المادة الكيميائية المخثرة في كل أجزاء الماء .

7) استخدام الطبقات الحمراء كصبغ اولية للسطوح المعدنية ؟

ج/ لكونها مادة مضادة للتأكل

8) الطلاءات المائية لها القدرة على اخفاء السطوح التي تغطي بها ؟

ج/ بسبب ترتيب الصبغة في الغشاء الجاف .

9) اضافة عوامل فعالة سطحية الى الطلاءات المائية ؟

ج/ بحيث تذهب هذه العوامل الى السطح البيئي مغلفة سطح قطرات زيت التجفيف ؟

س3// اذكر ثلاث فوائد للسيطرة على التأكل ؟

ج/

1) للتخلص من الخسائر المادية .

2) للتلص من الخسائر الصحية حيث يأثر على البيئة .

3) للتخلص من الخسائر الاقتصادية .

س4// مالذي يجعل عوامل التخثير اكثر فعالية ؟ بين ذلك ؟

ج/ تم جوابه في الملزمة ص (288)

س5// ما المقصود بالمثبطات و ما انواعها حسب طبيعتها الكيميائية ؟

ج/ تم جوابه في الملزمة ص (297)

س6// اذكر محتويات الحامل في الطلائات المائية ؟

ج/ تم جوابه في الملزمة ص (300)

مهدي الحسناوي

س7// عدد

1) الصفات المهمة للصبغات ؟

ج/ تم جوابه في الملزمة ص (298)

2) معدل و مدى التأكل ؟

ج/ تم جوابه في الملزمة ص (293)

س8// بين الطبيعة الكيميائية لكل من :

1) كيفية حدوث التأكل ؟

ج/ تم جوابه في الملزمة ص (293) نفس جواب تمرين (7 – 6)

2) زيوت التجفيف ؟

ج/ تم جوابه في الملزمة ص (300)

س9// اذكر مميزات الطلاء المائي ؟

ج/ تم جوابه في الملزمة ص (300)

س10/ بين التفاعلات الكهروكيميائية للتأكل ؟

ج/ تم جوابه في الملزمة ص (294)

س11 // املأ الفراغات :

1) عوامل التخثير ذات طبيعة حامضية و هي تتفاعل مع القلوية المسببة للعكرة .

2) عملية المزج السريع لأنتشار المادة الكيميائية المخثرة كل اطراف الماء تدعى التلبيد .

3) تأكل الخارصين و الحديد اسرع من تأكل النحاس .

4) تمتاز طبقة الرصاص البيضاء بقدرة على الاخفاء جيدة و كذلك لا تتأثر .

5) من المخففات المشتركة في صناعة الطلاء التورينتين و الكحولات البترولية .

6) يستخدم عنصر الحديد المفتت كعامل مساعد عند انتشار غاز الامونيا بطريقة هابر .

7) يعتبر التوربنين من اقدم المخففات و اوسعها انتشاراً في الطلاءات البيئية و المركبات الرئيسية للتوربينين هي الفاينين و بيتابينين و كامافنين .

رحلة التفوق في السادس
عطاء بلا حدود
A .M. Z

تمت بعونه تعالى

للمزيد من الملازم والدروس وكل ما يخص طلبة السادس الأعدادي زورونا على مواقع التواصل الأجتماعي ...

رحلة التفوق في السادس

رحلة التفوق في السادس

telegram.me/A_M_Z_F

رحلة التفوق في السادس

www.instagram.com/rt_edu

رحلة التفوق في السادس

عطاء بلا حدود

ا.د مينا الاحمد

ا.د اشرف الوائلي